VFC

Handbu

Handbuch

der

Mechanischen Technologie

von

Karl Karmarsch,

weiland Geh. Reg.-Rath und Direktor der polytechn. Schule zu Hannover.

In fünfter Auflage herausgegeben von E. Hartig, Prof. der mech. Technologie am Kgl. Polytechnikum zu Dresden.

Sechste neubearbeitete und erweiterte Auflage

bearbeitet von

Hermann Fischer,

Prof. der mechan. Technologie an der Kgl. Technischen Hochschule zu Hannover.

Drei starke Bände mit zahlreichen Text-Illustrationen.

Erster Band.

Allgemeine Grundsätze und Mittel des mechanischen Aufbereitens (Allgemeine mechanische Technologie).

Leipzig 1888.

Baumgärtner's Buchhandlung.

Allgemeine Grundsätze und Mittel

des

Mechanischen Aufbereitens

(Allgemeine mechanische Technologie)

von

Hermann Fischer

Professor der Technologie an der techn. Hochschule zu Hannover.

Mit 720 Textfiguren.



Leipzig 1888.

Baumgärtner's Buchhandlung.

sammlungen. So ist Gebrauch geworden, die Lehren des Verfertigungswesens insbesondere Technologie zu nennen, während andere Gebiete des technischen Wissens besondere Namen führen.

Feind aller unzutreffenden Bezeichnungen gedenke ich mich von diesem Sprachgebrauch abzulösen und bediene mich daher des Wortes Aufbereitungs-Kunde, welches die hier darzustellenden Lehren in vollem Umfange deckt. Man wolle gegen diesen Namen nicht einwenden, dass er bereits für einen Teil dessen, was er bezeichnet, gebraucht wird: wenn Aufbereitung allgemein die Zustandsänderung der Körper bezw. Körpersammlungen bezeichnet, so wird mit Aufbereitung der Erze das Gemeinte nur um so schärfer festgestellt.

Die Aufbereitung findet sowohl mittels chemischer als auch mittels mechanischer Mittel statt. Hiernach zerfällt die Aufbereitungskunde in zwei grosse Gruppen, nämlich in die Lehren des chemischen und die des mechanischen Aufbereitens; letztere bilden den Vorwurf dieses Buches.

Mit den wechselnden Forderungen und Leistungen des Marktes ändern sich Anfangs- und Schlusspunkt der einzelnen Aufbereitungsverfahren, verschwinden und entstehen manche Einzelheiten derselben, ändern sich ganze Arbeitsfolgen.

Diese Thatsache hat mich veranlasst, die Lehren des mechanischen Aufbereitens zu zerlegen in solche, welche allgemein und dauernd gültig, und solche, welche von dem Wechsel der Rohstoffe, des Geschmackes, überhaupt dem Zeitenwechsel abhängig sind. Erstere eignen sich für ein knapperes Gefüge, für eine mehr schulmässige Behandlung; sie dürften in erster Linie für den Unterricht in technischen Hoch- und Fachschulen tauglich sein. Letztere, welche jenen sich aufbauen, zerfallen naturgemäss nach den Rohstoffen und einzelnen Gewerbszweigen.

Für mich bietet diese Zerlegung die Genugthuung, das Handbuch (in seinen beiden letzten Bänden) im wesentlichen auch der Gestalt anzupassen, welche meine Vorgänger ihm gaben, während der erste Band ohne äusseren Zwang meinem Unterrichtsverfahren sich anschliesst, alle drei Bände zusammengenommen aber ein abgerundetes Ganzes bilden.

Die Frage der besten Darstellungsweise des vorliegenden Stoffes ist wiederholt Gegenstand der Erörterung, ja lebhaften Streits gewesen (man vergl.: Kick: Technische Blätter 1873, S. 103; Exner: Dingl. pol. Journ. 1874, Bd. 214, S. 410; Kick: über ein System der vergleichenden Technologie, eine technologische Streitschrift, Prag 1877; Hörmann: Sitzungsber. d. Vereins z. Bef. d. Gewerbfl. i. Preussen vom 4. Juni 1877; Kick: Technische Blätter 1879, Heft 1; Herm. Fischer: Wochenschr. d. Vereins d. Ingenieure 1879, S. 434; Kick: Sitzungsber. d. V. z. Bef. d. Gewerbfl. i. Pr. vom 8. Mai 1882 u. a.). Ich gedenke hier nicht auf die Verteidigung meines Standpunktes gegenüber anderen Meinungen einzugehen; möge die Zeit über ihren Wert entscheiden!

Karmarsch war gegen die Beigabe bildlicher Darstellungen, teils aus Rücksicht auf den Preis des Buches, teils um die Hörer seines Vortrages zum Zeichnen nach den vorgelegten Gegenständen bezw. an der Wandtafel entworfenen Figuren zu zwingen. Hartig hat sich bei Bearbeitung der 5. Auflage diesen Gesichtspunkten noch gefügt, aber später dringend empfohlen, in dem Grade Abbildungen aufzunehmen, wie durch sie das Verständnis merklich gefördert wird.

Diese Ansicht deckt sich völlig mit der meinigen; sie schliesst die Abbildungen ganzer Maschinen mit ihren Einzelheiten aus, ebenso diejenigen der verschiedenen Abtönungen, in welchen sich ein und derselbe Grundgedanke kleiden lässt.

Um den Lesern ausführlichere Zeichnungen, wie auch breitere Behandlung mancher Dinge als der Raum des vorliegenden Buches unmittelbar zulässt, zugänglich zu machen, werde ich mich bemühen, die bisher schon reichen Quellenangaben zu erweitern, und zwar soweit als möglich durch Bezugnahme auf die beiden gelesensten technischen Zeitschriften Deutschlands, nämlich Dingler's polytechnisches Journal (D. p. J.) und die Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. Nur wo diese nicht ausreichen, werden andere Quellen angegeben.

Die von Karmarsch und Hartig beliebte Angabe der englischen und französischen Namen lasse ich fort, da diese Gegenstand der Wörterbücher sind.

Dem Fremdwörterunwesen, welches sich auf dem Gebiete der Technik besonders breit macht, trete ich, wie meine Vorgänger nach

Kräften entgegen, indessen finden sich die gebräuchlichsten Fremdwörter angegeben, da manche Leser diese besser verstehen, als die deutschen Bezeichnungen.

So hoffe ich, ohne Schädigung des hohen Ansehens, welches Karmarsch's Handbuch der mechanischen Technologie bisher genossen hat, dessen 6. Auflage ein zeitgemässes Kleid zu geben.

Hannover, im Juli 1887.

Hermann Fischer.

Inhaltsverzeichnis.

Erster Abschnitt.

Das Messen und Zählen.

Dritter Abschnitt.

Umgestalten der Körper.

Sechster Abschnitt.

Hervorbringen der gegensätzlichen Lagen und Bewegungen der Werkstücke und Werkzeuge, Zuteilen, Abnehmen und Ordnen der Werkstücke.

I. Abschnitt.

Das Messen und Zählen.

---

1. Einleitung.

Behufs Hervorbringens einer bestimmten Zustandsänderung eines Körpers oder einer Körpersammlung muss der neu zu schaffende Zustand möglichst bestimmt bezeichnet werden. Es kann das geschehen durch Bezugnahme auf den Zustand eines andern, vorliegenden Körpers oder einer Körpersammlung. Solches Verfahren ist jedoch vielfach umständlich, oft sogar unmöglich ein entsprechendes Muster herbeizuschaffen. Man sucht daher die einzelnen Eigenschaften durch Mass und Zahl auszudrücken.

Viele der zahlreichen in Frage kommenden Eigenschaften vermag man noch nicht so bestimmt zu bezeichnen, wie die Anwendung des Messens und Zählens es verlangt; man bringt sie durch Umschreibung, beziehungsweise durch Vergleiche mit bekannteren Eigenschaften zum Ausdruck.

Es erscheint zweckmässig, die Mittel und Verfahren des Messens und die zugehörigen Bezeichnungsweisen zu erörtern, bevor in eine Besprechung der Zustandsänderungen eingetreten wird, indem jene Gelegenheit bieten letztere mehr oder weniger bestimmt zu bezeichnen.

Im Verlauf der folgenden Erörterungen wird man finden, dass ein völlig genaues Messen unmöglich, wohl aber ein Genauigkeitsgrad zu erreichen ist, der unseren Sinnen das Erkennen der gemachten Fehler unmöglich macht.

Meistens benutzt man jedoch nicht die zu den genauesten Ergebnissen führenden Verfahren und Mittel, begnügt sich vielmehr mit unvollkommeneren.

Die Berechtigung zu solch ungenauem Messen erkennt man leicht, wenn man bedenkt, dass das Mass der Brauchbarkeit, der Wert eines Gegenstandes durch mehrere, oft zahlreiche Eigenschaften bedingt wird, welche theils mehr, theils weniger in den Vordergrund treten. Nicht selten sind wenige Eigenschaften für die Brauchbarkeit eines Gegenstandes

von solcher Bedeutung, dass die übrigen Eigenschaften ihnen gegenüber fast vollständig verschwinden, sodass letztere selbstverständlich nur eine geringere Beachtung verdienen.

Naturgemäss erfordert ein genaueres Messen grössere Geschicklichkeit und Sorgfalt, als ein weniger genaues; ebenso bedingt es auch bessere Geräte. Mit dem Genauigkeitsgrade der einen Eigenschaften wachsen daher die Herstellungskosten, d. h. diejenige Grösse, welche der Brauchbarkeit gegenüber zu stellen ist. Jede Zustandsänderung ist nur dann berechtigt, wenn die Brauchbarkeit des betreffenden Gegenstandes durch sie mehr gesteigert wird, als die Kosten desselben; es ist daher auch das Hilfsmittel der Zustandsänderung, das Messen beziehungsweise Zählen so durchzuführen, dass die hierdurch erzielte Wertsteigerung um möglichst viel die aufzuwendenden Kosten überwiegt, also je nach Umständen ein grösserer oder geringerer Genauigkeitsgrad in Anwendung zu bringen.

Einige Beispiele mögen das Gesagte erläutern.

In der Sammlung der hannoverschen techn. Hochschule befindet sich eine schmucklose hölzerne Büchse quadratischen Querschnittes, welche aus Japan stammt. Der Deckel passt so genau auf den Hals der Büchse, dass beim Abziehen desselben ein ähnliches Geräusch entsteht, wie beim Entkorken einer Flasche und beim Schliessen der Büchse der federnde Widerstand der eingeschlossenen Luft deutlich zu spüren ist.

Dieses äusserst genaue Anschliessen des Deckels an den Hals der Büchse findet man in jeder der vier möglichen gegenseitigen Lagen der Büchsenteile, was genügend die aussergewöhnliche Genauigkeit der Herstellung wie des zu diesem Zwecke angewendeten Messens kennzeichnet; es ist dieselbe um so beachtenswerter, als die verwendeten Werkzeuge wahrscheinlich sehr einfache gewesen sind.

Eine zweite der genannten Sammlung angehörende, reich mit eingelegtem Elfenbein und Metallen verzierte hölzerne Büchse, angeblich chinesischen Ursprungs, lässt sofort erkennen, dass bei ihrer Verfertigung zwar auf die Verzierungen sehr grosser Fleiss verwendet wurde, die Genauigkeit der Abmessungen aber ganz nachlässig behandelt worden ist. Der Deckel legt sich nur mangelhaft an den Hals der Büchse, seine Aussenflächen schliessen sich an diejenigen der eigentlichen Büchse nur in einer der möglichen Lagen an.

Behufs Beantwortung der Frage, ob die grosse Mühe, welche die Herstellung des Deckelanschlusses jener japanischen Büchse beanspruchte oder die flüchtige Arbeit der chinesischen mehr im Einklang mit der erzielten Brauchbarkeit steht, muss man, um eine zutreffende Antwort zu finden, den Verwendungszweck beider Büchsen beachten.

Die chinesische Büchse soll das Putztischchen einer Dame schmücken und dort irgend einen weniger schön aussehenden Gegenstand verdecken; jene hat dagegen die Aufgabe, den Thee, welcher in ihr aufbewahrt wird, von der Luft möglichst vollständig abzuschliessen, sie soll den guten Verschluss in jeder der möglichen gegenseitigen Lagen des Deckels zur Büchse liefern, um ihn ohne weiteres, ohne Zeitverlust hervorbringen zu können. Der erstere Zweck erfordert in erster Linie gutes Aussehen,

bei dem letzteren verschwindet die Rücksicht auf die Schönheit gegenüber den Anforderungen, welche hinsichtlich dichten Schlusses und bequemer Handhabung gestellt werden; es sind sonach beide Genauigkeitsgrade berechtigt.

Man vergleiche ferner die Zapfenverbindung zweier Bauhölzer und die Verbindung eines eisernen Hebels mit einer eisernen Welle. Bei der Herstellung beider Verbindungen kann in gleichem Grade genau gemessen werden; man sieht jedoch schon an den gebräuchlichen Messwerkzeugen, dass der Genauigkeit der Theile der erwähnten Holzverbindung ein viel geringerer Wert beigelegt wird, als derjenigen der Eisenverbindung. Das hier in Frage kommende Holz schwindet und quillt je nach dem Feuchtigkeitszustande der Umgebung und zwar verschieden in den verschiedenen Richtungen; der Wechsel im Feuchtigkeitszustande der Luft hat eine Aenderung der Abmessungen zur Folge, sodass eine grosse Genauigkeit bei dem Herstellen, also auch bei dem zugehörigen Messen keinen Wert hat.

Anders ist es bei dem Eisen. Dieses dehnt sich nur mit der Temperaturänderung und in allen Richtungen gleichmässig, es ist daher eine grosse Genauigkeit benutzbar. Sie ist aber im vorliegenden Falle auch erforderlich, da einerseits, behufs Erzielung einer festen Verbindung die Innenfläche des Loches sich eng an die Welle legen muss, andererseits wegen der Härte des Eisens die Lochweite des Hebels nicht kleiner sein darf, als der Durchmesser der Welle.

Endlich möge noch ein Beispiel aus dem Zählen sich hier anschliessen. Man kann durch unmittelbares Zählen der Stahlfedern die Zahl derselben, und zwar ohne besondere Mühe völlig genau gewinnen, zieht aber häufig vor, nur ein Gross derselben wirklich zu zählen, es dann zu wägen und fernere Grosse derselben Stahlfederart durch Vergleichung der Gewichte zu bestimmen.

Manches sogenannte Gross enthält infolge dieses Verfahrens nicht 144 Stück, sondern 1 oder 2 Federn mehr oder weniger. Diese Ungenauigkeit, beziehungsweise der entsprechende Verlust wird in vielen Fällen reichlich aufgewogen durch den Kostenunterschied des Wägens gegenüber dem Zählen.

Es ist daher nur vernünftig, in verschiedenen Fällen verschieden genau zu messen. Wann die genaueren teureren, wann die billigeren ungenaueren Verfahren zweckmässiger sind, kann nur für jeden einzelnen Fall entschieden werden, und zwar nach der schon angeführten Regel: Der Wert der Brauchbarkeit soll die Gesamt-Herstellungskosten eines Gegenstandes möglichst weit überragen.

2. Das Messen der Längen, bezw. Dicken, Weiten, Tiefen.

A. Die Längeneinheit bildet in den meisten Ländern der Erde das Meter; nur England, Russland, die Vereinigten Staaten Nordamerika's und einige kleinere Staaten benutzen den englischen Fuss = 0,3047949 Meter.

Das Meter sollte ursprünglich $\frac{1}{40\,000\,000}$ eines Erdmeridians sein, ist aber nicht genau (nach Schmidt um 0,00377 Linien kürzer) gleich dieser Grösse. Auf die Toise von Peru bezogen ist es zu 443,296 pariser Linien festgesetzt[1]); es ist sonach das Meter eine Uebereinkunftseinheit.

Das Meter wird zerlegt in 10 Decimeter, 100 Centimeter, 1000 Millimeter und nach Umständen in 1000000 Mikrometer; 1000 Meter nennt man 1 Kilometer. Diese verschiedenen Einheiten werden wie folgt bezeichnet:

Das Kilometer = *km*, Meter = *m*, Decimeter = *dcm*, Centimeter = *cm*, Millimeter = *mm*, Mikrometer = *mmm*.

Der englische Fuss = 0,30479449 *m* oder angenähert = 305 *mm* wird in 12 Zolle geteilt und weiter durch Zweiteilung zerlegt.

3 Fuss sind gleich 1 Yard, 6 Fuss gleich 1 Faden, $16\frac{1}{2}$ Fuss bilden die Rute (rod, pole, perch) und 1760 Yards = 5280 Fuss die Meile (statute mile), welche sonach 1609,3149 *m* lang ist.

Die Seemeile (nautical mile, knot) = $\frac{1}{60}$ Äquatorgrad ist dagegen 1852 m lang.

Die englischen Masse gelten auch in den Vereinigten Staaten Nordamerika's, während Russland nur den englischen Fuss und Zoll benutzt. 1 russischer Faden (Sachehn) ist 7 Fuss engl. lang und zerfällt in 3 Arschin = 12 Tschetwert = 48 Werschock = 84 Zoll engl.

Der frühere „rheinische Fuss" = 0,31385354 ist die Masseinheit in Dänemark und Norwegen. 2 Fuss bilden die Elle.

Der schwedische Fuss ist 0,29690104 *m*, oder ziemlich genau 297 *mm* lang; er wird in 10 Zolle beziehungsweise 100 Linien geteilt. 2 Fuss bilden die Elle (Alen), 6 Fuss den Faden (Famn).

In der Schweiz benutzt man — neben dem reinen Metermass — den früheren badischen Fuss = 300 *mm*. Der Fuss wird in 10 Zoll oder 100 Linien getheilt; 2 Fuss bilden die Elle und 16000 Fuss = 4800 *m* die Wegstunde.

Es sei noch erwähnt, dass der früher in Österreich gültige wiener Fuss = 0,316081 *m* ist und zwei solcher Fusse die Elle bilden, der alte pariser Fuss = 0,32484 *m*, der alte bayrische Fuss = 0,29186 *m*, der alte sächsische Fuss = 0,28319 *m*, und der alte hannöversche Fuss = 0,29210 *m* ist.

B. Stoffe, aus welchen die Messwerkzeuge gefertigt werden.

Das hier allein in Frage kommende Messen der Entfernung zweier Punkte findet statt durch Vergleichen mit der bekannten Entfernung zweier Punkte des Messwerkzeugs. Da jedoch die Abmessungen aller Stoffe unter äusseren Einflüssen sich ändern, so ist jene „bekannte Entfernung" nicht immer dieselbe.

Zu gunsten zuverlässigen Messens sucht man teils äussere Einflüsse von den Messwerkzeugen fern zu halten, teils Stoffe für dieselben zu verwenden, welche äusseren Einflüssen möglichst wenig unterliegen, teils die Einflüsse selbst nach deren Umfang zu berücksichtigen.

---

[1]) Dove, Über Mass und Messen, Berlin 1835, S. 12.

Solche äussere Einflüsse sind: der Temperaturwechsel, die Feuchtigkeit der Umgebung, die Festigkeit und die Abnutzbarkeit der zu den Messwerkzeugen verwendeten Stoffe.

a. Der Temperaturwechsel ändert die Abmessungen aller Körper, und zwar in einer Richtung im Mittel für 100°:

Holz, in der Faserrichtung um	0,000 408 33 (Kater)*
„ „ „ „ „	0,000 511 99 (Struve)*
Glas	0,000 861
Platin	0,000 879
Ungehärteter Stahl	0,001 079
Gehärteter Stahl	0,001 240
Stabeisen	0,001 235
Gold	0,001 466
Kupfer	0,001 718
Messing	0,001 868
Silber	0,001 918

b. Der Feuchtigkeitswechsel kommt nur für Stoffe pflanzlichen und tierischen Ursprungs in Frage.

Das Holz ändert seine Abmessungen mit dem Feuchtigkeitszustande erheblich sowohl in der Spiegelrichtung als auch in der Richtung der Jahresringe, sodass diese beiden Richtungen desselben zum Messen überhaupt nicht benutzt werden können; in der Fasernrichtung ist jedoch der Wechsel verhältnissmäsig klein. Er beträgt von völliger Durchnässung bis zu völliger Trockenheit bei:

Jacarandaholz	im Mittel	0,000 05
schwarzem Ebenholz	„ „	0,000 1
Bleistiftholz (Juniperus virginiana) . . .	„ „	0,000 17
Föhrenholz (Pinus sylvestris)	0,000 08 bis	0,002 1
„ (Pinus austriaca)	im Mittel	0,001
Lärchenholz (Larix europaea)	0,000 13 bis	0,002 88
Pflaumenbaumholz (Prunus Domestica) . .	im Mittel	0,000 25
Buchsbaum (Buxus sempervirens)	„ „	0,000 26
Zuckerkistenholz	„ „	0,000 66
Fichtenholz (Abies excelsa)	„ „	0,000 76
Tannenholz (Abies pectinata)	0,000 86 bis	0,001 22
Mahagoniholz	im Mittel	0,001 10

der Länge.

Die den vorstehenden Zahlen zu Grunde liegende Feuchtigkeitsverschiedenheit tritt nur unter sehr ungünstigen Verhältnissen, insbesondere nach längerer Einwirkung der entsprechend gearteten Umgebung ein. Messwerkzeuge setzt man jedoch, mit seltenen Ausnahmen, nur kurze Zeit der Einwirkung besonders trockner Luft oder der Nässe aus. Jene Feuchtigkeits- beziehungsweise Längenänderungen treten daher regelmässig bei hölzernen Massstäben nur zum kleinsten Teil ein. Da nun die Längen-Änderungen des Holzes infolge Wechsels der Temperaturen

*) Dove, Mass und Messen, S. 65.

ebenfalls gering sind, so eignet sich die Längenrichtung desselben vorzüglich zu Massstäben für genaue Messungen.

Elfenbein und Fischbein ändern ihre Längen infolge des Feuchtigkeitswechsels mehr als Holz; Leder, Papier und Gewebe in noch bedeutenderem Grade.

Man sucht den Einfluss des Feuchtigkeitswechsels auf die Längen pflanzlicher und tierischer Stoffe durch Anstriche, oder besondere Hüllen (bei Endmassstäben) möglichst zu mindern.

c. Aeussere Kräfte.

Sie verursachen Längenänderungen durch:

elastische Dehnungen und durch Abnutzung.

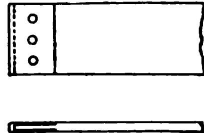
Selbstverständlich muss die Festigkeit der Messwerkzeuge der auf sie einwirkenden Kräfte gewachsen sein.

Sehr elastische Stoffe eignen sich nicht zur Herstellung solcher Messwerkzeuge, welche zu einigermassen genauen Messungen benutzt werden sollen, es sei denn, dass die Beanspruchung eine sehr geringe ist.

Zum Vergleich mögen folgende Zahlen dienen:

Namen der Stoffe.		Reisslänge.	Elastische Dehnung bei $^1/_{10}$ der Bruchbelastung.
Glas		— ~ 1300 m	0,000 05 d. Länge
Messing		— ~ 1500 „	0,000 15 „ „
Schmiedeeisen		— ~ 5000 „	0,000 20 „ „
Stahl		— ~ 7000 „	0,000 25 „ „
Papier		— ~ 7740 „	0,001 12 „ „
Baumwollgewebe	Kettenricht.	~ 4600 „	0,005 „ „
	Schussricht.	~ 4200 „	0,009 „ „

Der Abnutzung tritt man zunächst entgegen durch Wahl entsprechend harter Stoffe für die Massstäbe. Weniger harte Stoffe werden mit Metallbeschlägen versehen (vergl. Fig. 1) oder mit Enden versehen, welche eine noch grössere Härte haben, z. B. Glas, Rubin u. dergl. Letztere sind jedoch, aus leicht ersichtlichen Gründen, nur für Endmassstäbe zu verwenden.


Fig. 1.

C. Messen durch Anlegen der Teilpunkte des Massstabes an die Endpunkte der zu messenden Länge.

a. Messwerkzeuge im allgemeinen.

In einzelnen Fällen wird der, in bestimmter Länge hergestellte Massstab nicht eingeteilt; man benutzt ihn sodann als Endmassstab [1]). Meistens aber teilt man den Massstab nach der Ordnung der Masseinheiten, wodurch die Anwendung des Massstabes erleichert wird, indem ein längerer Massstab gestattet, solche Längen, welche geringer sind als er selbst, nach den Untereinheiten zu messen.

Man versieht 5 m, 2 m und 1 m lange, ausserdem kürzere steife Massstäbe mit der, den Untereinheiten der Massordnung entsprechenden

---

[1]) Die Grund- (Normal-) Massstäbe werden fast ausschliesslich als Endmassstäbe hergestellt.

Teilpunkten beziehungsweise Teillinien, legt den Endpunkt des Massstabes an die eine Grenze der zu messenden Länge und beobachtet nun den Teilpunkt oder die Teillinie, welche mit der anderen Grenze der zu messenden Länge zusammenfällt, oder doch ihr am nächsten liegt, wonach die Länge in vollen Metern und Teilen desselben abgelesen werden kann.

Behuf Messens solcher Längen, welche grösser sind als die Länge des Massstabes, legt man mehrere Massstäbe voreinauder, oder denselben Massstab mehrfach an, wobei die Punkte, bis zu welchen der Massstab reicht, auf irgend eine Weise vermerkt werden.

Die längeren steifen Massstäbe sind unbequem zu tragen, weshalb zusammenlegbare im allgemeinen beliebter sind. Für die Verbindung der Glieder solcher zusammenlegbarer Massstäbe sind zwei Gelenkarten im Gebrauch.

Die einfachste derselben besteht in der Verbindung der platten Glieder durch versenkte Nieten, Fig. 1 [1]). Sie wird bei metallnen Massstäben in der gezeichneten Form allgemein angewendet, zuweilen auch für hölzerne, oder aus Elfenbein, Fischbein u. dergl. hergestellte. Zur Erhöhung der Dauerhaftigkeit, beziehungsweise Verminderung der Abnutzung der Gelenke ist jedoch zweckmässiger, dieselben für hölzerne Massstäbe so einzurichten, wie Fig. 3 darstellt. Der Kopf des Nietes klemmt sich infolge seiner Herstellungsweise fest in die dünnen Metallplättchen; diese bieten aber dem der Abnutzung im ziemlichen Grade unterworfenen Holz eine verhältnissmässig grosse Oberfläche dar.

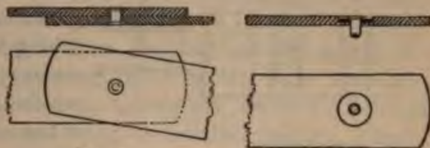


Fig. 2. Fig. 3.

Das andere der gebräuchlichen Gelenke ist bereits zur Zeit des alten Rom bekannt gewesen [2]). Es wird nur in Metall ausgeführt und mit den Holz-, Elfenbein- oder Fischbeinteilen, welche die Massstäbe bilden, durch Nietung verbunden. Bei platten Gliedern vermitteln diese Gelenke entweder das Zusammenlegen in der Breitenrichtung (Fig. 4) oder winkelrecht zu derselben (Fig. 5).

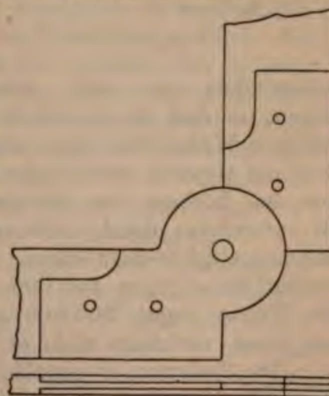


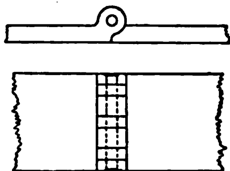
Fig. 4.

Das letztere Gelenk wird in Deutschland fast gar nicht mehr benutzt, scheint aber in England und Amerika beliebt zu sein. Man verwendet es auch derart, dass der Massstab teils in einer, teils in der anderen Richtung zusammengelegt werden kann.

---

[1]) Leupold, Theatrum arithmo-geometricum, 1727, S. 152 m. Abb.
[2]) D. p. I. 1885, **255**, S. 190 m. Abb.

Die mit Gelenken nach Fig. 2 u. 3 ausgerüsteten Gliedermassstäbe und ähnlich, wenn auch in geringerem Grade diejenigen, deren Gelenke nach Fig. 4 u. 5 gestaltet sind, leiden an dem Übelstande, dass mit zunehmender Abnutzung die Reibung der Gelenke, welche anfänglich gross genug war, um den Massstab gerade ausgestreckt frei halten zu können, abnimmt, sodass, um eine Messung auszuführen bald nötig wird den Massstab an beiden Enden zu erfassen. Man hat, behufs Beseitigung dieses Übelstandes die Gelenke mit Klinken versehen, welche, wenn richtig eingelegt, die gegenseitige Lage der einzelnen Glieder sichern. Behufs Zusammenlegens des Massstabes müssen jedoch die einzelnen Klinken ausgehoben werden, was recht umständlich ist [1]). C. Bube gestaltet die Gelenke solcher Massstäbe, welche auf die Dauer in ausgestrecktem Zustande die wünschenswerte Steifheit haben sollen, nach Fig. 6 [2]). Beide, durch Gelenk zu verbindende Glieder sind mit einem aus gehärtetem Stahlblech bestehenden Beschlag versehen. A, Fig. 6 stellt die Flächen zweier zusammengehöriger Gliederenden, welche aufeinander gleiten sollen, dar; *a* bezeichnet das, beide Enden vereinigende Niet, *b* zwei Öffnungen, in welche die wulstförmigen Durchbiegungen der Federn *c* greifen. Der Querschnitt Fig. 6, B, ist nach einer der Linien *x*—*y* gezeichnet; man sieht aus demselben, wie die Wülste der Federn *c* in die Oeffnungen *b* greifen, insbesondere aber auch, dass die Beschlagteile auf dem Holz *d* hohl liegen, so dass sie im stande sind sich etwas zu biegen. Die mehrerwähnten Wülste sind nun, wie Fig. 6, B erkennen lässt, so abgerundet, dass das Gewicht der Glieder eines Massstabes nicht im stande ist, sie aus den Löchern *b* zu drängen, wohl aber, ohne die hölzernen Glieder zu zerbrechen, durch einfache Einwirkung der Hand der Massstab zusammengelegt werden kann. Ich besitze ein solches Gelenk, welches — absichtlich — gegen 100 000 volle Drehungen zu erleiden hatte, sodass die Wülste gegen 200 000 mal in die Löcher *b* gefallen und wieder aus ihnen verdrängt sind: es lässt eine Schwächung nicht erkennen.


Fig. 5.

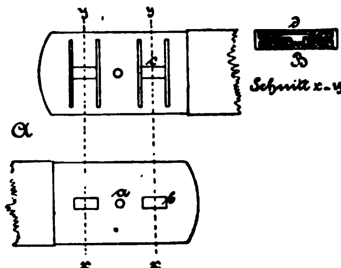


Fig. 6.

Die Teilungen vermerkt man meistens durch Linien. Bei metallnen Massstäben werden die Teillinien eingeritzt oder eingeprägt, zuweilen aber auch durch Ätzung hervorgebracht. Die in Holz und Elfenbein geritzten Teillinien werden mit schwarzer Farbe eingerieben; man prägt die Linien in Holz, und schwärzt dieselben zu gleicher Zeit, indem man den Prägstempel einschwärzt. Dennert & Pape belegen hölzerne Mass-

[1]) Vergl. Römischer Massstab, D. p. L 1885, 255, 190, m. Abb.
[2]) D. R. P. No. 14 289.

stäbe mit einer aus Zinkoxyd und Zinkchlorid bestehenden elfenbeinartigen Schicht, auf welcher sich die schwarzen Teillinien sehr klar abheben [1]).

Auf Fischbein und dunklem Holz werden die Teillinien durch weisse Drähte (Silber), welche man einlegt, erkennbar gemacht, durch welches Verfahren der Genauigkeitsgrad natürlich sehr leidet. Noch geringer ist der Genauigkeitsgrad, wenn, wie nicht selten geschieht, die Teilung durch die Köpfe eingeschlagener Nägel, die aus Silber, Kupfer, Messing oder dergl. Metallen gefertigt sind, vermerkt. Die Teilungen der metallnen Massstäbe durch in dieselben geschnittene Löcher darzustellen bildet gewiss das mangelhafteste Verfahren.

Die Messkette, Fig. 7 ist dem gegliederten Massstab sehr nahe verwandt. Man giebt den Kettengliedern bestimmte Längen, sodass sie als Untereinheiten der gesamten Länge gelten, und zeichnet behufs bequemen Ablesens einzelne Glieder, beziehungsweise den Stoss derselben aus.



Fig. 7.

Die Messkette wird nur zum Feldmessen benutzt; sie ist daher in einigem Grade der Längenänderung unterworfen, indem jede einzelne Gliedverbindung wegen des unvermeidlichen Schmutzes verhältnismässig stark abgenutzt wird. Diese Abnutzung kann vermindert werden durch Härtung der die Gelenke bildenden Ösen; nur darf, um die Kette nicht zu zerbrechlich zu machen, die Härtung sich nicht auf den geraden Teil jedes Gliedes erstrecken.

Die angedeuteten Mängel der Messkette, die ähnlich bei gegliederten Massstäben auftreten, haben zur Benutzung der Messbänder geführt. Sofern dieselben aus Metall gefertigt sind, genügen dieselben den an gute Massstäbe zu stellenden Anforderungen; allerdings leiden sie an der Unbequemlichkeit, dass sie bei der Benutzung auf eine gerade Fläche gelegt oder straff gezogen werden müssen. Man fertigt solche Messbänder aus Stahl in 1 bis 6 *m* Länge, 8 bis 25 *mm* Breite und 0,05 bis 0,3 *mm* Dicke. Um sie bequem tragen zu können, werden sie aufgerollt, weshalb unzulässig ist, die Teillinien einzuritzen oder einzuprägen.

Aus Papier hergestellte Messbänder benutzt man beim Zeichnen auf Papier; aus gefirnissten Geweben gefertigte da, wo geringe Anforderungen an den Genauigkeitsgrad gestellt werden, und wenn man die Länge krummer Linien messen will. Schneider, Schuhmacher u. s. w. schätzen im letzterwähnten Sinne die grosse Biegsamkeit der aus Geweben verfertigten Messbänder.

Befindet sich zwischen den beiden Endpunkten der zu messenden Länge eine gerade Fläche, so kann die Entfernung gemessen werden, indem man ein Rad bekannten Umfanges von einem Endpunkte zum anderen rollt und die ganzen Drehungen wie die Bruchteile derselben zählt. Zur Vermeidung des Gleitens wird das Rad gerändelt, was

[1]) D. R. P. No. 32 612, Z. d. V. d. J. 1885. S. 846.

natürlich seine Abnutzung begünstigt [1]). Die Messräder werden behufs bequemen Ablesens der Drehungszahl mit Zählwerken versehen.

Zum Messen der Gespinste und Gewebe benutzt man denselben Grundgedanken, auf welchem das Messrad beruht. Ein Unterschied ist zunächst insofern vorhanden, als die zu messende Länge an dem messenden Umfange entlang geführt wird und ferner in der Richtung, dass der Gestalt und Eigenart des zu Messenden Rechnung getragen wird.

Am nächsten schmiegt sich die, durch Fig. 8 dargestellte Anordnung der Wirkungsart des Messrades an; *a* bezeichnet die Messrolle oder Messwalze, welche mit einem geeigneten Zählwerke ausgerüstet ist, und gegen das zu Messende *c* gedrückt wird, während die Rolle oder Walze *b* letzteres stützt. Ist der Umfang von *a* glatt, so muss ein Gleiten des zu Messenden an diesem Umfange befürchtet werden; man versieht deshalb *a* nicht selten mit Nadeln, welche in *c* greifen.

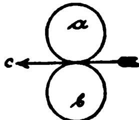


Fig. 8.

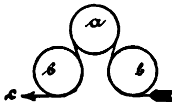


Fig. 9.

Zweckmässiger ist die Anordnung der Fig. 9, nach welcher, vermöge der Lage der Leitrollen *b*, das zu Messende die Messwalze *a* in grösserem Umfange berührt.

Hierher gehören noch die in unten verzeichneten Quellen [2]) beschriebenen Einrichtungen.


Fig. 10.

Der Haspel unterscheidet sich von den erwähnten Messvorrichtungen meistens durch seine eckige Gestalt, Fig. 10, und dadurch, dass das zu Messende auf ihn gewickelt wird. Würde man nun eine namhafte Menge des zu Messenden übereinander wickeln, so würde der Umfang des Haspels sich in entsprechendem Masse vergrössern und dadurch der Genauigkeitsgrad zu tief sinken. Deshalb ist der Haspel zum Messen der Gewebe und des Papieres nicht brauchbar, wohl aber zum Messen der Fäden, welche in grösserer Zahl nebeneinander gelegt werden, also weniger rasch den Umfang des Haspels vergrössern. Garnhaspel findet man in den unten verzeichneten Quellen beschrieben [3]).

Auch die, dem Messen der Kettenlänge neben dem Ordnen der Kettenfäden dienende Schermaschine gehört hierher [4]).

Andere Zeugmessmaschinen legen die Gewebe in Falten bestimm-

---

[1]) Vergl. Leupold, theatr. mach. suppl. Leipz. 1739, S. 12, Taf. IV.
D. p. J. 1827, **25**, 95 m. Abb.
Wittmann's Messrad, D. p. J. 1875, **218**, 474 m. Abb.
Zeitschr. für Vermessungswesen, 1882, S. 122.

[2]) Publ. industr. Bd. 13, S. 490, m. Abb.
Brevets, 1844, Bd. 32, S. 275, m. Abb.
D. p. J. 1881, **239**, 113 m. Abb.
Scientific american, April 1883, S. 246 m. Abb.

[3]) Prechtl, techn. Encycl. 1836, Bd. 7, S. 355 m. Abb.
D. p. J. 1854, **131**, 124; 1856, **142**, 407; 1874, **214**, 99; 1882, **243**, 196 m. Abb.

[4]) D. p. J. 1826, **20**, 528; 1844, **92**, 330; 1874, **212**, 25; 1878, **229**, 423; 1880, **235**, 190; m. Abb.

ter Breite, sodass aus der Zahl der Falten auf die Länge der Gewebe geschlossen werden kann [1]).

b. Mittel, den Genauigkeitsgrad des Messens zu erhöhen.

Als erste Bedingung für genaueres Messen ist möglichste Feinheit der Teillinien zu nennen. An manchen Massstäben sind dieselben etwa 1 *mm* dick, woraus hervorgeht, dass schon ziemlich grosse Sorgfalt dazu gehört, um die Teillinien auf 1 *mm* genau den in Frage kommenden Punkten gegenüber zu legen. Die Teillinien besserer Massstäbe sind etwa 40 bis herab zu 20 *mmm* dick; man ist jedoch im stande (in Metall, auf Glas u. s. w.) Linien zu ziehen, welche bis herab zu 1 *mmm* Dicke haben. Linien, welche dünner als 20 *mmm* sind, vermag man nur noch mit bewaffnetem Auge zu erkennen.

Es soll möglich sein auf die Länge eines Millimeter 200 Teillinien zu ziehen [2]), sodass die zugehörige Teilung 5 *mmm* betragen würde. Damit dürfte jedoch zur Zeit die Grenze des Erreichbaren gegeben sein; sie enthält zu gleicher Zeit die Grenze der Genauigkeit für das Messen mittelst unmittelbarem Ablesens.

Solch kleine Teilungen können natürlich nur mit Hilfe scharfer Vergrösserungsgläser erkannt werden; da die Sehlinien gegeneinander geneigt sind, so müssen die Teillinien möglichst unmittelbar auf den Punkten, deren Abstand gemessen werden soll, liegen. Das lässt sich am besten erreichen, wenn die Massstäbe aus Glas bestehen, indem die eingeteilte Fläche auf das zu Messende gelegt wird [3]).

Das Vergleichen der Teillinien, beziehungsweise Enden der Massstäbe mit den Endpunkten der zu messenden Länge wird dem Auge durch verschiedene Umstände erschwert.

Bei dem Anlegen der Endpunkte stört zunächst der andere Eindruck, welchen eine Ecke auf das Auge macht, gegenüber demjenigen, welchen man von dem betreffenden Punkte des zu messenden Gegenstandes empfängt. Man entschliesst sich aus diesem Grunde, soweit genauere Messungen in Frage kommen, meistens zum Vergleichen durch Fühlen, was weiter unten erörtert werden wird.

Aber auch das Anlegen der Teillinien führt zu Irrtümern. Der gläserne Massstab (s. w. o.) gestattet die geteilte Fläche in die Linie der zu messenden Länge zu legen; nicht so die aus undurchsichtigen Stoffen bestehenden Massstäbe.

Legt man einen solchen Massstab mit rechteckigem Querschnitt auf die Fläche, in welcher die Endpunkte *a* u. *b*, Fig. 13, der zu messenden Länge sich befinden, so ist nahezu unmöglich zu erkennen, welche Teillinie zu dem Punkte *b* gehört; noch viel weniger aber, in welchem

---

[1]) Portef. industr. Bd. 1, S. 161 m. Abb. (Heilmann).
D. p. J. 1842, **84**, 5 (Mackinley): 1850, **116**, 185 (Buff) m. Abb.
Polyt. Centralbl. 1863, S. 1425; 1864, S. 1284 m. Abb.
Pr. Masch. Constr. 1866. S. 13 m. Abb.

[2]) Gilb. Ann. 1816, Bd. 52, S. 329.

[3]) Vergl. auch Hensoldt, D. p. J. 1880, **235**, 239. Hahn, daselbst S. 462 m. Abb.

Grade seine Lage von der fraglichen Teillinie abweicht. Durch senkrechtes Aufsetzen der geteilten Fläche auf die Fläche, in welcher die Punkte a u. b sich befinden (Fig. 12), wird zwar die Möglichkeit geboten, die Endpunkte der Theillinien den zu beobachtenden Punkten sehr nahe zu bringen, aber das Vergleichen ist schwer, da das Auge eine für das Beobachten unbequeme Lage annehmen muss, auch häufig die Besichtigung der ins Auge zu fassenden Punkte durch den aufgerichteten Massstab leidet. Zweckmässiger erscheint die abgeschrägte Gestalt Fig. 11 des Massstabes. Man macht die Querschnitte nach der Fig. 14, indem man nur längs einer, längs zweier oder längs dreier Kanten den Massstab abschrägt. Die letztere Gestalt erschwert bereits das Ablesen wegen der Grösse des Neigungswinkels der geteilten Fläche gegenüber der Fläche, in welcher die Endpunkte der zu messenden Länge sich befinden. Ihre Eigenschaften nähern sich denjenigen der Massstäbe mit rechteckigem Querschnitte, unter denen eine als gut hervorzuhebende sich befindet: Die Kante, deren Flächen einen grösseren Winkel einschliessen, ist gegen Verletzungen mehr gesichert als eine solche mit kleinerem Kantenwinkel.

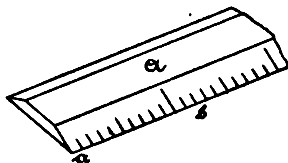


Fig. 11.

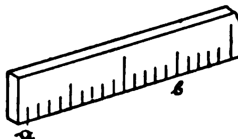


Fig. 12.

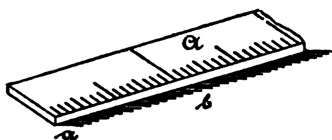


Fig. 13.


Fig. 14.

Das Anlegen des Massstabes und unmittelbare Ablesen der Länge, beziehungsweise die Benutzung des Messrades und seiner Verwandten ist nicht immer möglich; das zugehörige Messen, wie w. o. hervorgehoben, von vielen Fehlerquellen begleitet, weshalb das mittelbare Messen einen breiten Raum einnimmt.

D. Mittelbares Messen.

a. Der Zirkel.

Der gewöhnliche Gelenkzirkel ist sehr alt[1]); derselbe besteht aus zwei zugespitzten Schenkeln, welche ein Gelenk verbindet, sodass die Spitzen innerhalb gewisser Grenzen einander beliebig genähert oder voneinander entfernt werden können. Man bringt die Spitzen mit den Endpunkten der zu messenden Länge in Berührung, hat daher auf das zwischen diesen Liegende keine Rücksicht zu nehmen, und legt sie alsdann behufs Ablesens der gemessenen Länge in Masseinheiten an die Teillinien eines Massstabes. Selbst dem Geschicktesten dürfte nicht gelingen die Zirkelspitzen ohne jeden Druck auf die betreffenden Flächen zu legen; ist aber

---

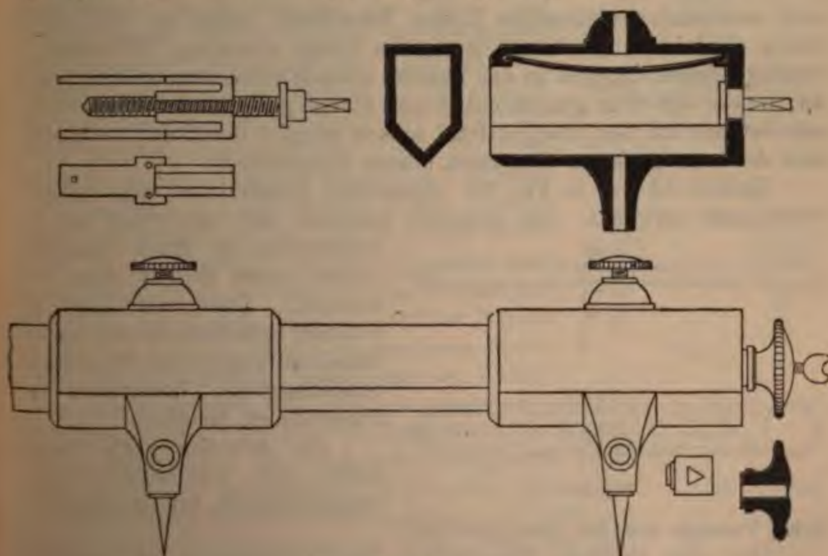
[1]) J. Overbeck, Pompeji, Leipzig 1866, S. 330 m. Abb.
E. Fischer, D. p. J. 1885, 255, 190 m. Abb.
Leupold, theatrum arithmo-geometricum, 1727, S. 122 m. Abb.

ein Druck vorhanden, so dringen die Zirkelspitzen in dem Sinne, wenn auch nicht in dem Grade in die Flächen, auf welche sie sich stützen, ein, wie Fig. 15 erkennen lässt: es wird daher die Entfernung der Zirkelspitzen, je nach dem Winkel, welchen die Schenkel des Zirkels einschliessen, je nach dem angewendeten Druck und der Weichheit der in Frage kommenden Fläche eine andere als die zu messende Länge. Eine fernere Fehlerquelle bildet die einseitige Lage der Zirkelspitze gegenüber der Fläche, welche dem Auge das genaue Vergleichen wesentlich erschwert.


Fig. 15.

Bedenkt man, dass die hervorgehobenen Fehlerquellen sowohl bei dem „Abgreifen" der Länge, als auch bei dem Vergleichen derselben mit dem Massstabe sich geltend machen, so überzeugt man sich leicht von der Unbrauchbarkeit des Gelenkzirkels für genaue Messungen. Die Krümmung der Zirkelspitzen, Fig. 16, mässigt nur die Fehler, beseitigt sie jedoch nicht.


Fig. 16.


Fig. 17.

Anders ist es mit dem Stangenzirkel, Fig. 17,[1]) bei welchem die Achsen der Spitzen jederzeit gleichlaufend sind.

Die Gelenkzirkel lassen sich bequem handhaben, indem das Gelenk

[1]) Die Figur ist entnommen aus: Geissler, Instrumente, Teil IV, S. 9, Zittau u. Leipzig 1795.

derselben als Angriffspunkt dient; man hat daher sich bemüht sie so anzuordnen, dass ohne Beeinträchtigung dieser angenehmen Eigenschaft ihre Spitzen in jeder Lage derselben gleichlaufend bleiben. Dahin gehört z. B. der Zirkel Boissier's Fig. 18 [1]) und derjenige von Wissmann & Walleg, Fig. 19. Bei ersterem werden die unteren Schenkelteile durch

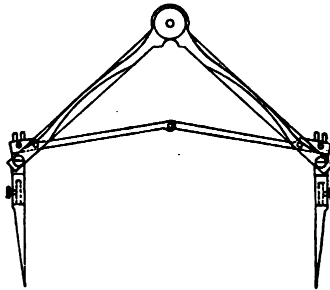


Fig. 18.

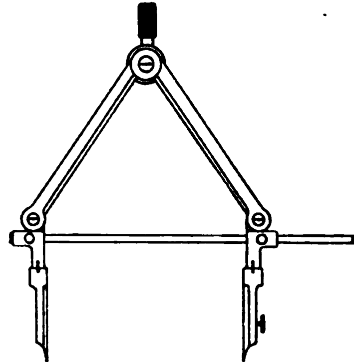


Fig. 19.

zwei miteinander verbundene Lenker beeinflusst, sodass sie sich selbstthätig winkelrecht zu der zu messenden Länge einstellen. Wissmann & Walleg bringen dagegen an den unteren Schenkelteilen längere Führungen an, welche auf einer gemeinschaftlichen Stange gleiten. Ihr Zirkel unterscheidet sich von dem Stangenzirkel sonach lediglich durch das Vorhandensein der zum Anfassen dienenden oberen Schenkelteile.

Endlich ist der in Fig. 20 abgebildete Gelenkzirkel dem Stangenzirkel nahe verwandt. Die Schenkel desselben sind stabförmig und die winkelrecht zu ihnen stehenden Spitzen lassen sich an ihnen verschieben. Zwei, am Ende der Schenkel befindliche Spitzen machen denselben tauglich zum Vergrössern beziehungsweise Verkleinern des abgegriffenen Masses.

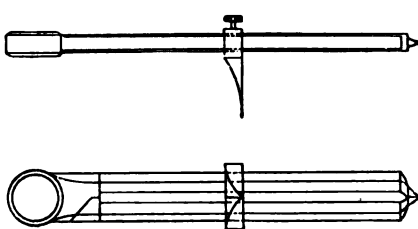


Fig. 20.

Der zuweilen vorkommende Zirkel mit rechtwinklig abgebogenen Spitzen hat übrigens ähnliche Vorzüge wie der Stangenzirkel.

Um eine zufällige Verschiebung der Zirkelspitzen zu verhüten, müssen die Gelenkteile aneinander, oder die Spitzen an den Stangen der Stangenzirkel einige Reibung erfahren, oder es ist nach jeder Einstellung ein Festklemmen der beweglichen Teile erforderlich. Benutzt man nur das nachträgliche Festklemmen, so ist auf Genauigkeit nicht

---

[1]) Mitt. 1854, S. 153 m. Abb.

zu rechnen, indem bei dem betreffenden Vorgange, möge man einen Keil oder eine Druckschraube anwenden, kleine Verschiebungen der Schenkel nicht vermieden wernen können.

Aber auch die Reibung in den Gelenken oder an den Stangen erschwert das genaue Abgreifen, indem unsere Hände zu ungeschickt sind, eine Verschiebung ganz genau zu begrenzen, wenn diese Verschiebung einigen Kraftaufwand nötig macht. Namentlich schiesst man dann bei dem Verschieben der Schenkel oder eines derselben leicht über das gesteckte Ziel, wenn, infolge uugenauer Arbeit der Widerstand in seiner Grösse wechselt.

Für genauere Arbeiten ist deshalb die Verstellung mittelst einer Schraube fast unbedingt erforderlich. Indem man die wirkenden Finger an den Kopf der Schraube oder der Mutter legt, finden dieselben bei gleicher Reibung an der Stange oder in den Gelenken einen erheblich kleineren Widerstand als bei unmittelbarer Verschiebung; es wird auch das rechtzeitige Aufhören der Verschiebung wesentlich dadurch gefördert, dass der Weg der Verschiebung des betreffenden Schenkels nur ein sehr kleiner Teil desjenigen ist, welcher von den drehenden Fingern zurückgelegt wird. Freilich muss die Einstellungsschraube verständig angebracht werden. Fig. 21 zeigt ein abschreckendes Beispiel. In die Schenkel des Zirkels sind Muttern gelegt, welche zu dem rechtsgängigen, beziehungsweise linksgängigen Gewinde der Schraube passen. Durch Drehen der Schraube in der einen oder anderen Richtung wird sonach der Zirkel geöffnet oder geschlossen; die links von der Figur gezeichnete Mutter dient zum Festhalten der Schraube. Der abgebildete Zirkel befindet sich in der Sammlung der hannoverschen Hochschule, er wird jährlich einmal vorgezeigt und ist allein hierdurch in einen solchen Zustand geraten, dass die in den Gewinden, an den Zapfen der Muttern und im Gelenk entstandenen Spielräume eine willkürliche Verschiebung der Zirkelspitzen um mehr als 1 *mm* gestatten. Aehnlich schlechte Zirkel rühren von Hauff[1]), von Rummel[2]) u. A. her.

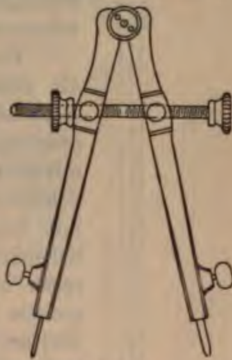


Fig. 21.

Der Federzirkel, als des Gelenkes entbehrend, kennt die von letzterem herrührende Fehlerquelle nicht; aber auch andere oben erwähnte Fehlerquellen sind nicht vorhanden, indem die Spannung der Feder, Fig. 22, stets in derselben Richtung wirkt und dadurch die entstehenden Spielräume unschädlich macht.

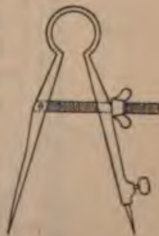
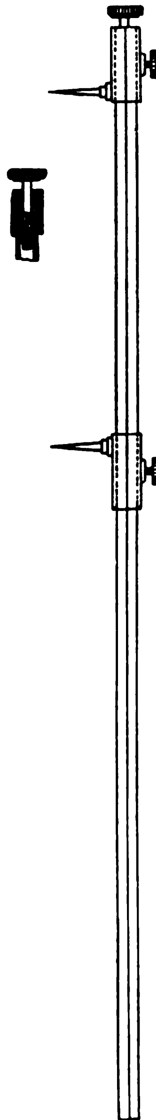


Fig. 22.

Ein Übelstand haftet ihm an, welcher eigentümlicherweise so oft übersehen wird: indem man mit der

[1]) Polyt. Centralbl. 1858, S. 250, m. Abb.
[2]) Polyt. Centralbl. 1858, S. 1046, m. Abb.

Hand an die bügelförmige Feder greift, um den Zirkel zu benutzen, ändert man die Temperatur und damit die Spannung der Feder, d. h.



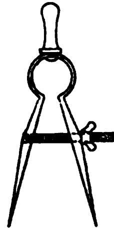


Fig. 23.

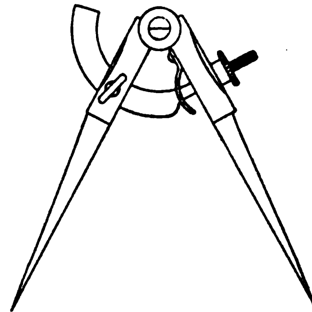


Fig. 24.

die Entfernung der Spitzen des Zirkels. Es sollte daher nie versäumt werden auf die Feder einen besonderen, aus einem Stoff, der die Wärme schlecht leitet (Holz, Elfenbein, Porzellan), bestehenden Knopf anzubringen, der sich womöglich noch mehr über die Feder erhebt, als Fig. 23 erkennen lässt.

Die Benutzung des Federzirkels ist zeitraubend, indem die gesamte Verstellung der Spitzen durch die Schraube stattfinden muss. Man hat daher zahlreiche Zirkelformen erdacht, bei denen die vorläufige Einstellung durch unmittelbares Verschieben, die genaue sodann mittelst Schraube erfolgt. Einen hübschen derartigen Gelenkzirkel mit Bogen stellt Fig. 24 [1]) dar. In dem linksseitigen Schenkel ist der Bogen nach Lösen einer Klemmschraube rasch zu verschieben und hierauf festzuklemmen. Die genaue Einstellung erfolgt durch eine rechts befindliche Mutter, welche auf das Gewinde des Bogens gesetzt ist. Um nun an dieser Stelle einen „toten Gang“ zu vermeiden, stützt sich das mit der Schraube versehene Ende des Bogens gegen eine, an dem rechtsliegenden Schenkel befestigte Feder. Die Fehler, welche aus einem mangelhaften Gelenk entstehen, werden natürlich durch diese Anordnung nicht vermieden.

Ähnlich ist bei dem Stangenzirkel Fig. 25 (wie Fig. 17) verfahren. Auf einer vierkantigen Röhre, welche als Stange dient, wird ein Schenkel unmittelbar verschoben, der andere, linksseitige aber mittels einer feinen Schraube eingestellt. In das linksseitige Ende der Stange ist eine Mutter gelötet, welche zu der draussen hervorragenden Schraube passt; eine, zwischen dem Boden der Hülse, welche die betreffende Zirkel-

Fig. 25.

[1]) Mitt. 1856, S. 24 m. Abb.

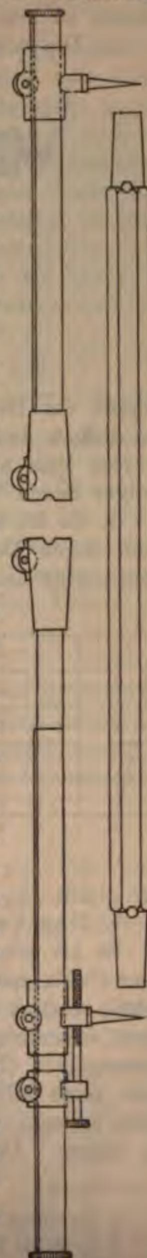
trägt und der Endfläche der Stange eingelegte Schraubenfeder
t die Hülse stets nach aussen und lässt daher durch Abnutzung
hende Spielräume nicht zur Geltung kommen.

Veniger gut ist die, in Fig. 26 abgebildete Anord-
Die Stange ist aus metallnen Röhren kreisförmigen
chnittes und zwischengeklemmter, mehr oder weniger
Holzstange gebildet. Auf die Aussenseiten der
n sind sogenannte feste Federn gelötet, welche
ten der die Spitzen tragenden Hülsen greifen, so-
etztere sich nicht zu drehen vermögen. Die links-
Hülse ist unmittelbar zu verschieben und festzu-
ıen. Aber auch die rechts befindliche Hülse ist
u verschieben, solange man die mit ihr durch eine
chraube verbundene Nebenhülse nicht festgeklemmt
Befestigt man jedoch die Nebenhülse auf der Stange,
eine genaue Einstellung der rechts liegenden Zirkel-
mittels der erwähnten Stellschraube ohne weiteres
ch. Bei diesem Zirkel macht sich offenbar sowohl
bnutzung der Gewinde als auch diejenige des Hals-
der Schraube unangenehm geltend.

Der durch Fig. 27 abgebildete Stangenzirkel leidet
emselben Mangel, hat aber den Vorzug, dass er
Raum für den Kopf der Einstellschraube darbietet.
rechts befindliche Schenkel ist mit der Stange fest
nden (aber auswechselbar), der linke an der Stange
erschiebbar, solange er nicht an ein, im Vorder-
le liegendes Stängelchen geklemmt ist. Nach Ver-
ng des letzteren mit dem beweglichen Schenkel dient
anz links gelagerte Mutter, deren Gewinde in das
tängelchens greift, zur feineren Einstellung.

Wenn den, durch Fig. 26 u. 27 dargestellten Stangen-
n der Vorwurf gemacht wurde, dass durch Ab-
ng häufig gebrauchter Theile eine gewisse Unsicher-
entstehe, so ist nicht zu verkennen, dass dem
nkzirkel Fig. 24 eine gewisse Schwäche innewohnt,
die auf die Spitzen einwirkenden Drücke, welche
Verschiebung derselben anstreben, klein genug sein
n, um die Kraft der Feder nicht zu überwinden.
n Fig. 25 dargestellte Zirkel ist insofern sicherer,
ch stattgehabter feiner Einstellung der linksseitigen
dieselbe festgeklemmt werden kann.

Eine zum genauen Einstellen dienende Einrichtung am
seitigen Schenkel des Wissmann & Walleg'schen
ls, F. 19, welche übrigens sehr häufig benutzt wird, unter-
derselben Schwäche wie u. a. die durch F. 24 dargestellte;
daher vorwiegend nur für leichtere Arbeiten tauglich,
t aber für diesen Zweck ihre Aufgabe vollständig.


Fig. 26.

Das mittelbare Messen mit Hülfe des Zirkels erleichtert nicht allein die Zugänglichkeit, sondern giebt auch Mittel an die Hand, die Messung genauer zu machen.

α. Die beim Abgreifen gemachten Fehler sind nur durch möglichste

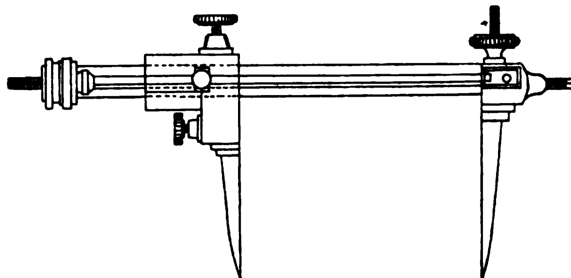


Fig. 27.

Sorgfalt der Beobachtung klein zu erhalten. Die Fehler des Ablesens sind jedoch dadurch zu verringern, dass man die abgegriffene Länge mehrere Male auf dem Massstab abträgt, sodass auch ein Massstab mit weniger feinen Teilungen ziemlich genaues Ablesen gestattet.

β. Es ist auch die Genauigkeit des Messens mit dem Zirkel zu erzielen durch Benutzung des Transversalmassstabes[1]), den man besser Keilmassstab nennen würde. In das erste der gleichen Rechtecke, Fig. 28, ist die Schräglinie 0—10 gezogen und die wagrechten Linien haben durchweg gleichen Abstand. Es ist alsdann nach dem Gesetz: in ähnlichen Dreiecken stehen die gleichliegenden Seiten in gleichem Verhältniss, beispielsweise (1—0) gleich $\frac{1}{10}$. (10—0), oder gleich $^1/_{10}$ der ganzen Theilung u. s. w.

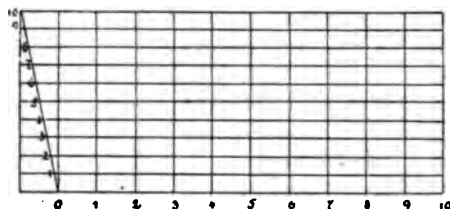


Fig. 28.

b. Das Vergrösserungsglas oder das Mikroskop.

Es ist schon einiges über das genannte Messverfahren gesagt; an dieser Stelle möge noch der Dollond'sche Wollmesser[2]) als besonders wichtig erörtert werden. Derselbe, auch Eriometer genannt, besteht aus einem zusammengesetzten Mikroskop, vor dessen Objektivlinse ein Zerstreuungsglas (Hohlglas) angebracht ist. Letzteres ist mittelst eines durch seine Mitte gehenden Schnittes in zwei gleiche, halbmondartige Theile zerlegt, welche sich längs der Schnittfläche aneinander verschieben lassen. Diese gegensätzliche Verschiebung geschieht durch zwei

---

[1]) Im 16ten Jahrhundert von Hommel erfunden.

[2]) D. p. J. 1827, 24, 424 m. Abb.
Geissler, Instrumente, 8. Theil S. 43 m. Abb. (Zittau u. Leipz. 1794).

feine Zahnstangen und ein Zahnrädchen; das Mass derselben wird mittelst eines Nonius bis auf 0,127 *mm* $\left(\frac{1}{200}\right.$ engl. Zoll) genau abgelesen. Ein Wollhaar wird vor dem Zerstreuungsglase so ausgespannt, dass es rechtwinklig gegen die Schnittfläche gerichtet ist. Sieht man nun durch das Mikroskop, solange die Hälften des Zerstreuungsglases nicht gegeneinander verschoben sind, so erscheint ein Bild des Wollhaares in 50facher Vergrösserung; infolge des Verschiebens der Zerstreuungsglashälften wird auch das Wollhaarbild zerlegt, indem jede Hälfte dem zugehörigen Glasteile folgt. Indem man nun die fragliche Verschiebung so lange fortsetzt, bis die beiden Bildhälften genau und zwar ohne jeden Spielraum nebeneinander liegen, kann man aus der Grösse der hierzu erforderlichen Verschiebung auf die Dicke des beobachteten Haares schliessen. Jeder Teil des Nonius entspricht, wie schon erwähnt $\frac{1}{200}$ Zoll engl. und die Vergrösserung ist 50fach, folglich entspricht jeder Teil oder Grad des Nonius $\frac{1}{200} \cdot \frac{1}{50} = \frac{1}{10000}$ Zoll engl. = 0,00254 *mm* der Wollhaardicke. 6° starkes Wollhaar misst hiernach 6 . 0,00254 = 15 *mmm* in der Dicke. Da der zu messende Gegenstand durchaus keinen Druck auszuhalten hat, auch seine Entfernung vom Zerstreuungsglase (vergl. d. angezog. Quelle) nicht genau innegehalten zu werden braucht, so ist das vorstehend kurz beschriebene Gerät für vorliegenden Zweck eins der besten, wenn nicht das beste.

c. Messen durch Fühlen.

Weiter oben wurde bereits erwähnt, dass dem Messen durch Fühlen erhebliche Vorzüge innewohnen gegenüber dem Vergleichen mittels des Auges. Teils erhöhen die durch Fühlen wirkenden Messwerkzeuge die Zugänglichkeit, hauptsächlich aber ist durch dasselbe ohne besondere Umstände eine weitgehendere Genauigkeit zu erzielen.

α. Gestalt der Fühlflächen.

Das Messen durch Fühlen findet statt, indem man zwei Fühlflächen des Werkzeuges gegen die Punkte führt, deren Abstand gemessen werden soll, und hierauf (beziehungsweise gleichzeitig) die Entfernung der Fühlflächen bestimmt.

Um das in Rede stehende Messen überhaupt ausführen zu können, muss man die Fühlflächen sicher an die betreffenden Stellen legen können. Das ist z. B. der Fall, wenn die Dicke einer von gleichlaufenden Ebenen begrenzten Platte, oder die Entfernung zweier gleichlaufenden Ebenen gemessen werden soll, Fig. 29.

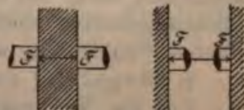


Fig. 29.

Es können hierbei die Fühlflächen eben sein.

Um jedoch die wirkliche Dicke oder Weite zwischen die Fühlflächen legen zu können, ist offenbar nothwendig, dass die Fühlflächen die Endpunkte derjenigen Linie berühren, welche die Dicke, beziehungsweise Entfernung darstellen. Ein

Anlegen der Fühlflächen nach Fig. 30 ist sonach unzulässig. Sind die Begrenzungsflächen, oder doch eine derselben an den zu messenden Stellen hohl, so müssen natürlich die Fühlflächen gewölbt sein, Fig. 31. In diesem Falle ist es schwieriger, die richtige Lage der Fühlflächen zu finden. Bedenkt man nun, dass die Flächenteilchen des Werkstückes, deren Abstand die zu messende Länge ist, in der Regel winkelrecht zu letzterer stehen (bei dem Messen keilförmiger Körper muss man besondere Massregeln ergreifen), so findet man bald die Regeln für das Anlegen der Fühlflächen: sind die betr. Flächen der Werkstücke gegenüber den Fühlflächen des Werkzeuges hohl, so sucht man nach der kleinsten, sind sie jedoch gewölbt, so strebt man nach der grössten Entfernung der Fühlflächen.

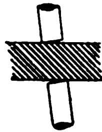
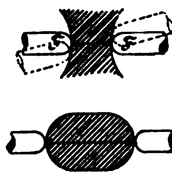


Fig. 30.





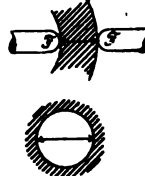




Fig. 31.

Eine Missachtung dieser Regeln, beziehungsweise mangelndes Schätzungsvermögen lassen bei dem Messen durch Fühlen oft sehr grosse Fehler entstehen.

Es ist die Frage zu erörtern, welche Gestalt den Fühlflächen gegeben werden soll. Man sieht aus der Fig. 31, dass gewölbte Fühlflächen für sämmtliche der abgebildeten Fälle brauchbar sind. Für gleichlaufende ebene und für gewölbte Flächen sind jedoch auch ebene Fühlflächen verwendbar.

β. Bedeutung des Fühlflächendruckes.

Die Fühlflächen des Werkzeuges wie die betr. Flächen des Werkstückes sind nun nachgiebig, sodass nach Fig. 32 eine gewölbte Fühlfläche mehr oder weniger tief eindringt, je nachdem die betr. Stoffe mehr oder weniger nachgiebig und der auf die Einheit der Fühlfläche entfallende Druck grösser oder kleiner ist.

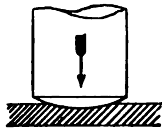


Fig. 32.

Daraus folgt ohne weiteres, dass man sich Mühe geben wird, die Fühlflächen in möglichst umfangreiche Berührung mit dem Werkstück zu bringen. Das setzt aber Gestalten der Fühlflächen voraus, welche ein möglichst genaues Spiegelbild der betr. Werkstückflächen sind und darin liegt die Schwäche des vorliegenden Verfahrens. Man verwendet in einzelnen Fällen die soeben gekennzeichneten Flächen, namentlich wenn der Abstand gleichlaufender ebener, genau bearbeiteter Flächen gemessen werden soll, bequemt sich aber in der Regel zu gewölbten Fühlflächen, welche allgemeinerer Anwendung fähig sind.

γ. Regelung des Fühlflächendruckes.

Um die Verdunkelung der wirklichen Entfernung zweier Punkte durch Eindringen der Fühlflächen in das Arbeitsstück möglichst zu hindern, hat man Vorrichtungen angebracht, welche einen möglichst gleichmässigen Druck der Fühlflächen gegen die Werkstücke sichern.

Ihnen ist entweder die Aufgabe gestellt, den beabsichtigten Druck hervorzubringen, oder das Eintreten desselben erkennen zu lassen. Man benutzt zur Erzielung dieser Zwecke entweder Gewichte oder Federn.

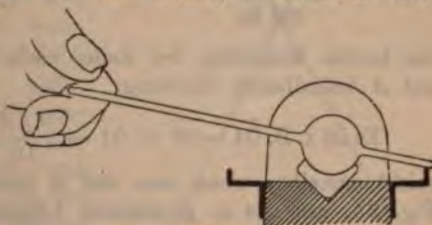
Zweifellos kann man von Gewichten, ihrer Unveränderlichkeit halber, eine genauere Wirkung erwarten, als von den Federn, trotzdem sind letztere, namentlich für kleinere Messgeräte beliebter.

Eine Belastung der Fühlflächen durch Gewichte ist, soviel ich weiss, nicht gebräuchlich; man benutzt das Gewicht irgend eines Körpers vielmehr, um das Eintreten des richtigen Druckes beobachten zu können.

Bei Repsold's vortrefflichem Dickenmesser[1]) befindet sich die eine der im wesentlichen senkrecht angeordneten Fühlflächen an dem Ende eines Winkelhebels, dessen wagerechter Schenkel entsprechend belastet ist. Die richtige Belastung der Fühlfläche tritt ein bei genau wagerechter Lage des letzterwähnten Schenkels (und genau senkrechter Lage der Fühlfläche), welche mittelst einer passend angebrachten Wasserwage bequem erkannt werden kann. Der Grundgedanke dieser Anordnung hat in anderem Kleide vielfach Verwendung gefunden.

Reinecker[2]) lässt eine der Fühlfläche auf eine biegsame Platte sich stützen, welche ein mit Wasser gefülltes Gefäss abschliesst. Der auftretende Druck treibt das Wasser in einer engen Röhre empor und bietet hierdurch Gelegenheit seine Grösse zu beurteilen. Die Reinecker'sche Einrichtung kann so genaue Ergebnisse nicht liefern als die Repsold'sche, welches sich bereits bei anderweiter Benutzung desselben Grundgedankens ergeben hat.

Whitworth beobachtet den Druck mittelst der entstehenden Reibung, die durch ein Gewicht gemessen wird.[3]) Derselbe legt nämlich eine, mit zwei dünnen Stielen versehene Fühlplatte bestimmten Gewichtes zwischen das zu Messende und die betreffende senkrechte Fühlfläche, und zwar so, dass die Fühlplatte einerseits durch eine feste Leiste, andererseits durch einen Finger der Hand gestützt werden kann, Fig. 33. Die Fühlflächen werden nun so lange einander genähert, bis die etwas gehobene Fühlplatte zwischen den sie berührenden Flächen vermöge ihres eigenen Gewichtes nur langsam nach unten gleitet. Whitworth verwendet ebene Fühlflächen; für diese dürfte, vorsichtig gehandhabt, die Fühlplatte ihrer Einfachheit und Dauerhaftigkeit wegen sich sehr gut eignen.


Fig. 33.

Mittelst Federn werden nicht selten, namentlich bei Messgeräten für kleine Gegenstände die Fühlflächen unmittelbar belastet. Es ist da-

[1]) Karsten, Einleit. i. d. Physik, S. 505 m. Abb.
[2]) D. R. P. No. 29 831; Z. d. V. d. J. 1885, S. 178 m. Abb.
[3]) The mechan. magaz. 1859, zweites Halbjahr, S. 217 m. Abb. Whitworth' Messmaschine, deutsch von Schröter. Jena 1879, S. 35.

bei der Feder eine solche Länge zu geben, dass ihre Spannung du die vorkommenden Durchbiegungen nicht nennenswert beeinflusst wi

Breguet[1]) lässt die bewegliche Fühlfläche durch Reibung vorwi schieben, sodass der beabsichtigte Druck nicht überschritten werden ka wenn die betreffende Reibung ihre Grösse nicht ändert. Die Reib findet statt zwischen den schrägen Flächen einer Zahnkupplung, wel mittelst einer Feder gegeneinander gedrückt werden.

Es ist auch in gleichem Sinne die Reibung in Benutzung, wel durch den Druck einer Schraube hervorgebracht wird. Wenn schon der Breguet'schen Bauart der in Rede stehenden Messgeräte sich Fehl quellen eröffnen, welche die beschriebene Drucküberwachung wirkun los machen (s. w. u.), so ist dasselbe bei dem zuletzt erwähnten V fahren noch in weit grösserem Masse der Fall.

8. Vervielfältigung der gemessenen Länge.

Genau gearbeitete Geräte und sorgfältige Benutzung derselben g statten die betreffende Länge mit ungemeiner Genauigkeit zwischen Fühlflächen zu legen. Um nun diese Länge möglichst genau in E heiten unseres Längenmasses auszudrücken, pflegt man die betreffen Länge zu vervielfältigen, oder doch die Theilung des Massstabes ergänzen.

Letzteres geschieht mit Hülfe des Nonius[2]) oder Vernier. Der Grun gedanke desselben ist folgender: 9 Teilungen des Massstabes *A*, Fig. sind von *o* aus auf dem Massstab *B* abgetragen und sodann in 10 gen gleiche Teile geteilt. Legt man beide Massstäbe so aneinander, dass d Nullpunkte zusammenfallen, so betragen die Abstände der Teillini



Fig. 34.

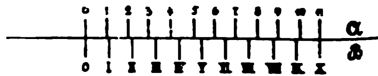


Fig. 35.

der beiden Massstäbe der Reihe nach $^1/_{10}$, $^2/_{10}$ ..... $^9/_{10}$ u. $^{10}/_{10}$ d auf *A* befindlichen Theilung.

Es ist z. B. $\overline{01} - \overline{0I} = \overline{01} - \frac{9 \cdot \overline{01}}{10}$, d. i. $= \frac{\overline{01}}{10}$ u. s. f. Man e reicht dasselbe, wenn man auf *B* statt 9 Teilungen deren 11 abträ Fig. 35, und die so gewonnene Länge in 10 Theile zerlegt[3]).

Man verbindet nun eine der Fühlflächen, z. B. den Schenkel *a* ei Schublehre, Fig. 36, mit dem Massstab *A*, die andere Fühlfläche *b* dem Massstab *B*. Ergiebt sich nun bei dem Messen eines Gegenstand dass der Nullpunkt des Nonius genau mit einem Teilpunkte des Ma

---

[1]) Mitt. 1854, S. 281, m. Abb.

[2]) von Nonius (Nunnez) Prof. in Coimbra gegen Mitte des 16. Jahrhund erfunden, von Vernier zu Anfang des 17. Jahrhunderts verbessert.

[3]) Nonius an Lehren: Jahrb. d. Wiener polyt. Inst. Bd. 18, S. 29; Mi d. Gewbver. f. Hannover 1841, S. 244, polyt. Centralblatt 1842, S. 158; Berli Gewerbebl. 1842, S. 61; Gewerbebl. f. Hannover 1842, S. 299 m. Abb.

stabes *A* zusammenfällt, so ist das Mass in ganzen Teilen desselben ausdrückbar; fällt aber ein anderer Punkt des Nonius, z. B. der mit III bezeichnete, mit einem Teilpunkte des Massstabes *A* zusammen, so beträgt die Grösse des Gemessenen diejenigen ganzen Teilungen des

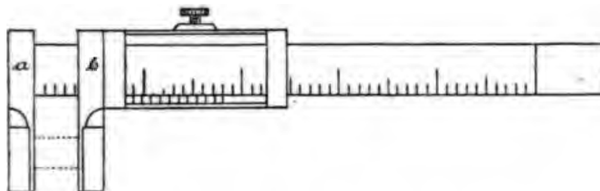


Fig. 36.

Massstabes *A*, welche links vom Nullpunkte des Nonius sich befinden und $^3/_{10}$ einer solchen Teilung.

Der Nonius wird übrigens nicht nur bei dem Messen durch Fühlen, sondern vielfach auch bei anderen Messverfahren verwendet; bei der Beschreibung des Dollond'schen Wollmessers wurde derselbe schon erwähnt.

Andere Vervielfältigungen des Gemessenen behufs genaueren Ablesens finden durch Hebel oder Keil statt.

Soviel mir bekannt, sind die Bedingungen, unter welchen die Vervielfältigung durch Hebel ein genaues Ergebnis verspricht, bisher nicht genügend hervorgehoben, und, wenn man die Fühlhebelzeichnungen von Lenoir's 1792 erfundenen Comparator[1]) an bis zur Neuzeit betrachtet, auch nicht immer verstanden[2]). Es ist zweifellos richtig, dass bei der durch Fig. 37 dargestellten Hebelanordnung $y = \frac{b}{a} . x$ ist, solange die Hebel als gerade Linien aufgefasst werden. Die Enden solcher Linien sind aber, wenn ich mir den Ausdruck erlauben darf, mathematische Punkte, welche nicht, behufs des Messens an einen Körper gelegt werden können. Zu letzterem Zweck sind Flächen erforderlich, und zwar solche möglichster Grösse, um das Eindringen der Fühlflächen in den zu messenden Körper nach Kräften zu mindern. Selbst die Fläche, welche bei der Ausbildung einer Kante an einem metallnen Gegenstande von selbst entsteht, ist für den vorliegenden Zweck zu klein.

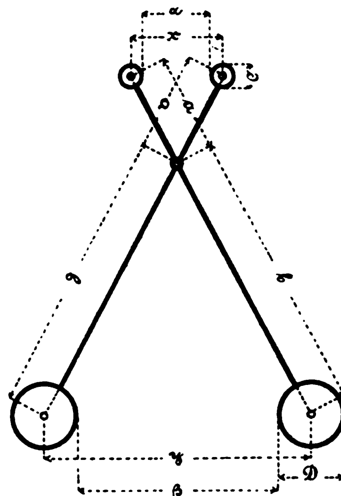


Fig. 37.

1) Karsten, Einleitung i. d. Physik, S. 503 m. Abb.

2) Vergl. u. a. Fühlhebel für Drehbänke: Engineering, Nov. 1884, S. 488 m. Abb.

Welcher Art dürfen die Flächen sein, um jenes Hebelgesetz ungeschädigt zu lassen? Es lassen sich mannigfache Flächenformen entwerfen, welche dieser Bedingung entsprechen; von diesen sind aber nur diejenigen brauchbar, welche genügend genau hergestellt werden können. Daher bleibt nur eine Flächenart übrig, nämlich die walzenförmige. Befestigt man an die Endpunkte der Schenkel a zwei runde Zapfen vom Durchmesser d, und zwar so, dass die Achsen derselben winkelrecht zur Drehebene der Hebel stehen und genau durch die Endpunkte der Hebel gehen, ferner in gleicher Weise an die Enden der Schenkel b Walzen vom Durchmesser $D = \frac{b}{a} . d$, so ist:

$$\alpha = x - d, \ \beta = y - D$$

und, da $y = \frac{b}{a} . x$:

$$\beta + D = \frac{b}{a} (\alpha + d), \text{ oder}$$

$$\beta = \frac{b}{a} (\alpha + d) - \frac{b}{a} . d, \text{ d. i.}$$

$$\beta = \frac{b}{a} . \alpha.$$

d. h. es findet die Vervielfältigung des Gemessenen genau nach denselben Gesetzen statt wie bei den aus mathematischen Linien bestehenden Hebeln. Es ist leicht zu übersehen, dass die Walzen D entbehrt werden können, wenn man auf einen Zapfen des einen Schenkels b einen Massstab legt, gegen dessen Teilungen das Ende des anderen Schenkels sich als Zeiger legt, indem von der Grösse y nur die unveränderliche Grösse D abzuziehen ist, um β zu erhalten und aus diesem Werte auf α zu schliessen.

Gewöhnlich versieht man den einen Schenkel b mit einem Gradbogen. Die hierdurch entstehenden Fehler, indem man an einem Bogen abliest, was in einer Sehne gemessen ist, sind nicht immer zu vernachlässigen; sie betragen z. B. bei 30° Ausschlag reichlich 5 %.

Häufig wird nur einer der doppelarmigen Hebel als solcher ausgeführt, während der andere aus einer Platte oder einem Gestell besteht. Die grundlegenden Gesetze der Anordnung können hierdurch natürlich nicht geändert werden. Man gewinnt am raschesten einen Ueberblick über die Sachlage, wenn man den zweiten Hebel sich eingezeichnet denkt, vergl. Fig. 38.

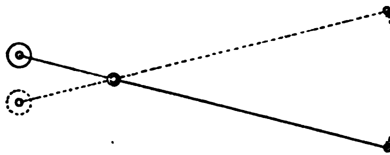


Fig. 38.

Die Vervielfältigung mittelst Keil wird mit einfacheren Mitteln erreicht; der Weitenmesser (das Kalibermass) Fig. 39 ist beispielsweise ein Keil ohne Spitze. Es besteht das Verhältnis: $\overline{BC} : \overline{AB} = \overline{DE} : \overline{AD} = \overline{FG} : \overline{AF}$. Der kleine Massunterschied $\overline{BC} - \overline{DE}$ ist durch die Länge $\overline{DB}$ ausgedrückt und hierdurch

verhältnismässig bequem ablesbar geworden. Robinson's Dickenmesser [1]), Fig. 40, ist ein Hohlkeil. Er mag Gelegenheit geben, auf eine Schwäche des Messens mittelst Keiles hinzuweisen. Benutzt man nämlich das Werkzeug zum Messen runder Gegenstände, so berühren die den Hohlkeil bildenden Lineale nicht die Endpunkte des Durchmessers des zu

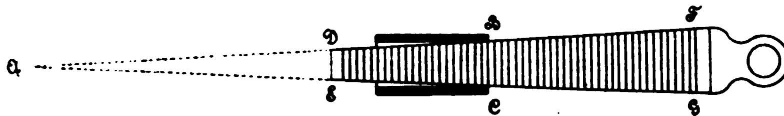


Fig. 39.

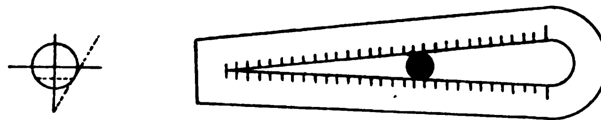


Fig. 40.

untersuchenden Körpers, sondern diejenigen einer Sehne (siehe Beifigur). Liest man nach den Berührungspunkten ab, so erhält man also das Mass der kleineren Sehne; benutzt man aber die Teilpunkte des Hohlkeiles, in welche schätzungsweise die Verlängerungen des Durchmessers fallen, so erhält man einen grösseren Wert als denjenigen des Durchmessers. Die dem entsprechende Unsicherheit ist Folge eines Verstosses gegen die selbstverständliche Regel, dass die Punkte, deren Abstand zumessen ist, also hier die Endpunkte eines Durchmessers, mit den Fühlflächen in Berührung treten sollen. Das ist bei der Robinson'schen Lehre nicht zu erreichen, weshalb sie zum Messen runder Gegenstände nicht taugt, wohl aber für scharfkantige, z. B. rechteckige.

In hübscher Weise ist der Messkeil bei dem F. Fischer'schen Dickenmesser (Piknometer) benutzt [2]). Auf einer Platte, Fig. 41, sind zwei Leisten so befestigt, dass sie einen abgestumpften Hohlkeil bilden; zwischen ihnen, und zwar einer der festen Leisten anliegend ist ein Vollkeil verschiebbar. Die Entfernung dieses Vollkeils von der zweiten Fläche des Hohlkeils wird gemessen durch die Grösse der zugehörigen Verschiebung des Vollkeils. Man kann nun, um die sonst nötige Umrechnung zu sparen, ebenso wie bei den vorher angeführten

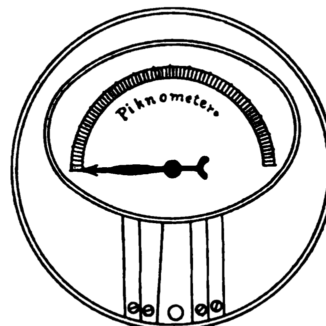


Fig. 41.

[1]) Jahrbuch d. Wiener polyt. Instit., 1824, Bd. 5, S. 369 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1877, 223, 365 m. Abb.

Messkeilen gebräuchlich, einen entsprechend vergrösserten Massstab am Rande des einen Keils auftragen (beträgt z. B. die Zuschärfung des Keiles 1 : 20, so drücken je 2 *mm* Verschiebung des Keiles genau genug $^1/_{10}$ *mm* Abstand der Fühlfläche aus) oder, wie hier geschehen, die Verschiebung mittelst Zahnstange und Rad auf die Achse eines Zeigers übertragen. Die Ablesungen am Zifferblatt leiden natürlich unter den Ungenauigkeiten der Räderübersetzung.

F. Fischer's soeben beschriebener Dickenmesser ist besonders gut geeignet zum Messen der Dicke platter, weicher Körper, z. B. des Papiers, des Leders u. dergl., indem die ausgedehnten Fühlflächen ein zu grosses Zusammendrücken des betreffenden Gegenstandes verhüten. Beachtenswert ist ferner Zinkens Dickenmesser [1]).

Für sehr verschieden dicke oder lange Gegenstände ist der Keil in seiner einfachsten Gestalt nicht verwendbar, weil derselbe zu lang ausfallen würde. Um so mehr wird von der Abart des Keiles, welche man Schraube nennt, Gebrauch gemacht. Die Schraube entsteht durch Umwickeln einer Walze mit einem biegsamen Keil. Schon Pappus lehrte, man solle behufs Herstellung eines Schraubengewindes auf den betreffenden Bolzen ein aus dünnem Kupferblech hergestelltes rechtwinkliges Dreieck legen, dessen eine Kathete gleich dem Bolzenumfang gemacht sei, während die andere Kathete der Ganghöhe des Gewindes entspreche, und sodann längs der Hypothenuse den Gewindegang einschneiden.

Die genaue Schraube verrichtet die Vervielfältigung der durch Fühlen gemessenen Grösse mit derselben Vollkommenheit wie der genaue Keil, was aus den gleichen Bildungsgesetzen hervorgeht. $\frac{1}{n}$ Drehung der Schraube bewirkt eine Verschiebung der zugehörigen Fühlfläche um $\frac{1}{n}$ der Ganghöhe und treten zu dem Bruchtheil der Drehung ganze Drehungen, so fügen sich ebensoviele ganze Ganghöhen zu dem betreffenden Bruchteil einer solchen. Sie zeichnet sich aber vor dem Keil nur aus, was wiederholt hervorgehoben werden mag, vermöge ihrer Eigenschaften, die Grenzen der Fühlflächenlagen fast unbegrenzt weit ziehen zu können.

Die Schraube leidet aber an dem grossen Übelstande, dass man bis heute noch keinen Weg kennt, bei dessen Verfolgung man sie genau herzustellen vermag. Bei Erörterung der Gewindeherstellung wird sich Gelegenheit bieten, diese Behauptung zu begründen.

Lineale, also auch Keile kann man dagegen bis zu einem beliebigen Grade der Genauigkeit vervollkommnen, sodass die Keilmessung, soweit hochgradige Genauigkeit in Frage kommt, entschieden vorgezogen zu werden verdient. Sie überragt in dieser Beziehung den Fühlhebel und taugt zum Vergleichen der Längen der Endmassstäbe weit mehr als der, bei den Comparatoren angewendete Fühlhebel. Was nützen alle Fein-

---

[1]) Poggendorf's Annalen, 1831, Bd. 22, S. 288, m. Abb.

heiten der Ausbildung, wenn der grundlegende Teil der zur Vervielfältigung des wahren Masses dienenden Einrichtung nicht völlig zuverlässig ist? Bei wirklich genauen Messungen kann die durch die Schraube gebotene grössere Bequemlichkeit keine Rolle spielen.

Man hat nach Mitteln zum Erkennen der Fehler einer Schraube gesucht und ist dabei zu teilweise recht weitschichtigen Verfahren gekommen. Da das vorliegende Buch nicht die Aufgabe hat, die Messverfahren und Geräte der Physiker zu beschreiben beziehungsweise zu erörtern, so möge die Anführung des Mittels genügen, welches Whitworth anwandte, und welches, mit Sorgfalt durchgeführt, ein sicheres Ergebnis liefert.

Mit Hilfe der zu untersuchenden Schraube, welche in ähnlicher Weise, wie weiter unten näher beschrieben, mit einer verschiebbaren Fühlfläche verbunden ist, wird ein Gegenstand mit genau parallelen Endflächen gemessen, indem man die zur Hervorbringung der richtigen Entfernung erforderlichen ganzen Umdrehungen zählt und die überschiessende Teildrehung am Rande einer mit der Schraube fest verbundenen eingeteilten Scheibe durch eine scharfe Linie vermerkt. Man stellt hierauf mehrere gleiche Stücke her, deren Länge mit Hilfe der Messvorrichtung derjenigen des ersten Stückes völlig gleich gemacht wird. Hierauf zieht man die bewegliche Fühlfläche so weit zurück, dass zwei der Stücke voreinander zwischen die Fühlflächen gelegt werden können, hat dabei die erforderlichen ganzen Umdrehungen der Schraube gezählt und verzeichnet die ergänzende Bruchumdrehung und fährt so fort, indem man 3, 4 u. s. w. der genau gleich langen Stücke einlegt. Aus dieser Versuchsweise ist ohne Schwierigkeit eine Fehlerreihe der Schraube zu gewinnen. Mit längeren oder kürzeren Versuchsstücken, deren gegenseitige Längengleichheit ebenso, wie beschrieben, festgestellt worden ist, verfährt man gerade so, bis eine genügende Zahl Fehlerreihen gewonnen sind, um aus ihnen auf die Fehler, welche zwischen zwei beobachteten Punkten sich vorfinden, mit genügender Sicherheit schliessen zu können.

Das ist ein mühseliges Verfahren und ein verdriessliches zugleich, indem die Fehler durch den Gebrauch der Schraube sich ändern. Bestände die Schraube wie ihre Mutter aus durchaus gleichartigem Stoff und würde sie in ihrer ganzen Ausdehnung, sowohl was den Flächendruck, die Geschwindigkeit, die Schmierung als auch die Zeitdauer anbelangt, durchaus gleichartig benutzt, so würden die Fehler allmählich abnehmen[1]. Diese Thatsache benutzt man sogar, um die Schraube vor ihrer eigentlichen Benutzung von Fehlern möglichst frei zu machen.

Wenn nun auch durch sorgfältige Wahl der Stoffe ein Teil der geforderten Gleichartigkeiten geschaffen werden kann, so muss hinsichtlich der sonstigen Umstände doch eine gewisse Verschiedenheit geduldet werden, d. h. die Fehler bilden sich durch die Benutzung der Schraube anders

[1] Vergl. Z. d. V. d. J. 1885, S. 201.

aus, bei starkem Gebrauch ist nach wenigen Jahren eine neue Feststellung der Fehler erforderlich, für welche man zwar die früher benutzten Versuchsstücke wieder verwenden kann, die aber immer recht umständlich ist, während die Prüfung der Lineale auf ihre Geradheit verhältnismässig rasch erledigt werden kann.

d. Messen unter Zuhilfenahme des Wägens.

Die Dicke platten- und stabförmiger Gegenstände, deren Einheitsgewicht man kennt, wird auch unter Zuhülfenahme des Wägens bestimmt. Wiegen z. B. *N m* eines runden Eisendrahtes, dessen Einheitsgewicht (Gewicht eines *cbcm*) γ *gr* beträgt, 1 *gr*, so ist dessen Dicke δ in *mm*:

$$\left(\frac{\delta}{10}\right)^2 \frac{\pi}{4} \cdot 100\, N \cdot \gamma = 1, \text{ oder}$$

$$\delta = \frac{1{,}128}{\sqrt{N \cdot \gamma}},$$ oder auch wenn q den Querschnitt des Drahtes in *qmm* bezeichnet:

$$q = \frac{1}{N \cdot \gamma} \text{ und } N = \frac{1}{q \cdot \gamma}$$

Man nennt N, d. h. die Zahl der Meter, welche 1 *gr* (oder die Zahl der *km*, welche 1 *kg*) wiegen, die „Nummer" des stab- oder fadenförmigen Gegenstandes. Sie ist ohne weiteres zur Dickenbestimmung aller Stäbe zu benutzen, welche gleichseitig dreieckigen, quadratischen, regelmässig vieleckigen oder kreisrunden Querschnitt haben, aber auch für bandförmige Gebilde benutzbar, indem die grössere Breite derselben dem unmittelbaren Messen weniger Schwierigkeiten bietet.

Teils hat der Umstand, dass Fäden, Gewebe, Papier ihrer Weichheit halber kaum ihrer Dicke nach gemessen werden können, teils der andere, dass diese Dicke durch äussere Einflüsse sich ändert, ohne den stofflichen Inhalt des Gebildes zu ändern, dazu geführt, die erwähnte Nummer als Wertziffer des Dickenmasses zu benutzen; sie ist durch eine internationale Verständigung [1]) für alle Gespinste anerkannt.

Diese einheitliche Bezifferung, nach welcher also die Nummer die Zahl der Meter eines Garnes, welche zusammen 1 Gramm, oder die Zahl der Kilometer, welche 1 Kilogramm wiegen, bezeichnet, ist so einfach und brauchbar, dass sie auch für andere band- oder fadenförmige Gebilde üblich geworden ist.

Neben dieser Bezifferung sind einstweilen noch zahlreiche andere im Gebrauch, von denen die wichtigsten hier genannt werden sollen. In England und in vielen Spinnereien des Festlandes bezeichnet man die Dicke des Baumwollgarnes wie folgt:

Die Nummer ist die Zahl der Schneller (zu 2 520 engl. Fuss = 768 *m*), welche 1 Pfund engl. (0,45359 *kg*) wiegen.

---

[1]) D. p. J. 1873, **207**, 288: **209**, 93; 1874, **212**, 33; **214**, 87; 1875, **218**, 291; 1876, **219**, 36.

Es ist sonach die einheitliche Nummer gleich dem 1,7fachen der englischen Nummer für Baumwollgarn.

Die englische Nummer für Flachs und Jute ist dagegen = der Zahl der Gebinde (zu 900 Fuss engl. = 274,3 *m*), welche 1 Pfund engl. wiegen. Daher ist die einheitliche Nummer = ~ 0,6 × engl. Nummer für Flachs und Jute.

Die französische Baumwollgarnnummer ist die Zahl der Schneller (zu 1000 *m*), welche 0,5 *kg* wiegen; sie ist also genau doppelt so gross als die einheitliche Nummer. Dagegen deckt sich die französische Flachsnummer völlig mit der einheitlichen.

Leider ist jene Verständigung mit einem hässlichen Anhängsel versehen: es soll nämlich ihr zufolge die Nummer des Seidenfadens soweit derselbe nicht aus den kurzen Seidenabfällen (Flockseide u. s. w.) durch Spinnen gebildet ist, gleich der Zahl der Gramme sein, welche 10 Kilometer des Fadens wiegen[1]). Durch diese geradezu unbegreifliche Unregelmässigkeit ist die Einführung der einheitlichen oder „grammmetrischen" Bezifferung erheblich geschädigt. Die Urheber derselben haben, indem sie vorläufig die ältere Bezifferung der ungesponnenen Seide ihrer Richtung, nicht aber ihrer Grösse nach beibehielten, ähnlich gehandelt wie jener mitleidige Mann, der seinem Hunde — dessen Schwanz gekürzt werden sollte — den Verlust seiner Zierde durch stückweises Abhauen weniger schmerzhaft zu machen glaubte.

Die Bestimmung der Nummern setzt einen festen Feuchtigkeitszustand voraus, über welchen w. u. unter „Messen des Feuchtigkeitsgehaltes" das Nötige gesagt werden wird.

Man misst übrigens die Länge des Gebildes, wägt es und berechnet sodann die Nummer.

Garn misst man mittelst des Haspels. Für die einheitliche oder metrische Bezifferung soll der Umfang des Haspels so bemessen sein, dass eine bestimmte Zahl Fäden zusammen 1000 *m* lang sind. Sie bilden das Gebinde, während 10 Gebinde = 100 *m* zu dem Schneller vereinigt werden. Wiegt ein solcher Schneller G *kg*, so ist die zugehörige Nummer $= \frac{1}{G}$.

Der englische Baumwollgarnhaspel hat 54 Zoll = $4\frac{1}{2}$ Fuss im Umfang, jedes Gebinde enthält 80 Fäden und jeder Schneller 7 Gebinde. Es ist sonach, wie schon angegeben, ein Schneller 2520′ lang.

Die zur englischen Bezifferung der Flachs- und Jutegarne dienenden Gebinde sind länger als diejenigen für Baumwolle.

Der französische Schneller für Baumwollgarn ist 1000 *m* lang.

Ueber die Benutzung der englischen und französishen Fadenlängen zur Gewinnung der zugehörigen Nummer dürfte nichts Besonderes zu sagen sein.

Offenbar ist nicht nötig zur Bestimmung der Dicke bezw. der Feinheit der Garne die soeben genannten Längen zu benutzen; vielmehr

---

[1]) Vergl. D. p. J. 1876, **219**, 36.

kann man die einheitliche Nummer, wie bereits angegeben, auch aus der Untersuchung einer kleineren Länge gewinnen [1]).

Honegger hat eine Maschine gebaut [2]) welche fast selbstthätig die Nummer bestimmt.

Plattenförmige, d. h. in ihrer ganzen Ausdehnung gleich dicke Gegenstände, deren Flächengrösse F genau genug gemessen werden kann, gestatten ihre Dicke δ durch Rechnung zu bestimmen, wenn ihr Einheitsgewicht γ und das Gesamtgewicht G bekannt sind. Die Fläche F sei in *qm*, das Gewicht G in *kg* gegeben und die Dicke δ in *mm* verlangt. Alsdann ist:

$$\frac{\delta}{10} \,.\, F \,.\, 10\,000 \,.\, \gamma = G \text{ oder}$$

$$\delta = \frac{G}{1000 \,.\, F \,.\, \gamma}$$

e. Das Messen der Dicke kleiner Körner ist bisher sehr wenig ausgebildet. Ausser dem schwierigen und unsichern Vergleichen derselben mit den Teilungen eines Massstabes unter dem Vergrösserungsglas ist mir nur das zwar viel bequemere aber ungenaue Messen mittelst der Siebe bekannt. Man bringt die zu messenden Körner auf verschiedene Siebflächen bekannter Maschenweite und stellt fest, durch welche Maschenweite die Körner hindurchfallen und durch welche geringere Maschenweite sie nicht mehr zu schlüpfen vermögen.

Die Unsicherheit dieses Verfahrens geht aus der weiter unten folgenden Erörterung über das Sichten hervor.

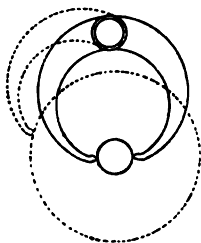
ε. Messwerkzeuge.

Um Wiederholungen möglichst zu vermeiden, will ich zunächst solche hierher gehörige Messwerkzeuge beschreiben, deren Fühlflächen an Hebeln sich befinden, sodann solche, deren Fühlflächen geradlinig verschoben werden, und endlich solche mit festen Fühlflächen.

Erstere Gruppe lässt sich zusammenfassen unter dem Sammelnamen:

Taster.

Der gebräuchlichste Dickentaster besteht aus zwei gekrümmten Stahlblechbügeln, Fig. 42, die durch ein gut passendes, dickes Niet beweglich miteinander verbunden sind. Die Ausbauchung der Bügel oder Schenkel wird so bemessen, dass mit einem Taster bestimmter Grösse möglichst grosse Durchmesser umspannt werden können (Vergl. Fig. 42, punktierte Linien). Jeder der Bügel ist ein wenig aus seiner Ebene herausgebogen, sodass die Fühlflächen einander genau gegenüber liegen. Die Benutzung des Tasters bedingt, dass die Bewegungsebene der Schenkel genau winkelrecht zur Achse des zu messenden Gegenstandes liegt. Man regelt den Druck der Fühlflächen gegenüber dem zu messenden Körper lediglich durch das


Fig. 42.

[1]) Vergl. D. p. J. 1884, **251**, 396 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1873, **209**, 247 m. Abb.

Gefühl: lässt sich der Taster nur schwer über den zu messenden Gegenstand schieben (müssen also die Schenkel des Tasters federnd nachgeben, um das Ueberschieben überhaupt zu gestatten), so öffnet man ihn durch einige leichte Schläge etwas mehr. Umgekehrt verfährt man im entgegengesetzten Falle.

Um die Rohheit, welche in dem Einstellen des Tasters durch Schläge liegt, zu vermeiden, sind in ähnlicher Weise, wie bei den Zirkeln erörtert, Schrauben zur Einstellung derselben in Anwendung gekommen und zwar sowohl in der Weise, wie Fig. 22 darstellt (Federzirkel), wie auch im Sinne der Fig. 24 und der Fig. 25, 26 u. 27, um die Einstellung zunächst rasch im grossen und ganzen und dann behutsam mittelst der Schraube bewirken zu können.

Die Gestalt des Lochtasters (auch Tanzmeister genannt) Fig. 43, wird ebenso wie die des Dickentasters durch die Forderung bedingt, innerhalb möglichst weiter Grenzen verwendungsfähig zu sein. Hier ist besonders darauf zu sehen, das Werkzeug für möglichst kleine Weiten brauchbar zu machen, da die Grenze nach oben ohne weiteres durch die Schenkellänge gegeben ist. Es ist Wert darauf zu legen, dass die zum Fühlen dienenden Schenkelenden in derselben Ebene liegen. Man benutzt zwar vielfach den gewöhnlichen Dickentaster (Fig. 42) auch als Lochtaster, indem die Enden der Schenkel aneinander vorbei gezwängt werden; jedoch ist mit demselben, wie mit dem Lochtaster, dessen Schenkelenden nebeneinander liegen, schwieriger genau zu messen, wie mit dem Lochtaster, dessen Schenkelenden in eine Ebene fallen, indem schwerer ist, die Fühlflächen an die richtige Stelle zu legen und unsicher diejenigen Punkte, welche zum Anliegen gekommen sind, mit den Teillinien eines Massstabes zu vergleichen.


Fig. 43.

Nicht selten werden die Schenkel eines Dickentasters über ihren Drehpunkt hinaus verlängert und jenseits desselben zum Messen der Weiten ausgebildet, Fig. 44. Auch bringt man eine Vorrichtung an, welche das Feststellen der Schenkel gestattet, sodass der Gefahr einer Verstellung, infolge zufälliger Beeinflussung vorgebeugt wird. In Fig. 44 ist eine solche Einrichtung angedeutet. In jeden der platten Schenkel ist ein bogenförmiger Schlitz geschnitten, in welchen gemeinschaftlich eine Mutterschraube steckt.

Soll mit Hilfe des gewöhnlichen Tasters ein Mass abgenommen werden können, so muss der Taster in der gewonnenen Stellung von dem Werkstück abzunehmen sein. Das erlaubt nun zuweilen die Gestalt des zu messenden Körpers nicht.


Fig. 44.

Man versieht für solche Fälle einen der Schenkel des Tasters mit einem Gradbogen und den andern mit einer geeigneten Marke, um die Weite des Tasters ablesen und ihn nach dem Abheben behufs Über-

tragens des Masses auf einen Massstab oder einen anderen Gegenstand wieder einstellen zu können.

Auch wird durch den Gradbogen das Ablesen des Masses angestrebt. Dem steht nun manches entgegen. Zunächst ist als Fehler zu betrachten, dass die Länge einer Sehne an einem Bogen abgelesen wird, ferner liegt eine Fehlerquelle in dem Gelenk, beziehungsweise dem unvermeidlichen toten Gange desselben, endlich ist zu beachten, dass die Fühlflächen einer Abnutzung unterliegen.

Der letzt erwähnte Fehler lässt sich am leichtesten berücksichtigen, weil man ihn messen und seinen Betrag von dem abgelesenen Masse abziehen (bei Lochtastern) oder demselben hinzufügen (bei Dickentastern) kann. Die beiden anderen Fehler werden z. B. vermieden durch den Taster, welchen Fig. 45 darstellt. Seine Schenkel sind über den gemeinschaftlichen Drehpunkt hinaus verlängert und einer derselben trägt jenseits des Drehpunktes einen Massstab, sodass die Länge der, zwischen den Fühlflächen liegenden geraden Linie als gerade Linie abgelesen wird. Die feine Einstellung des Tasters erfolgt mit Hilfe einer Schraube und der im Gelenk, am Bolzen der Schraube und dem Schraubengewinde auftretende tote Gang wird durch eine kräftige Feder unschädlich gemacht.[1]) Es lässt sich die beschriebene Anordnung nach geringen Änderungen ebenso gut zum Messen der Weiten benutzen.

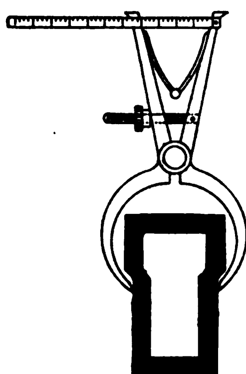


Fig. 45.

Zweckmässig ist auch der zum Messen der Gefässbodendicken die-

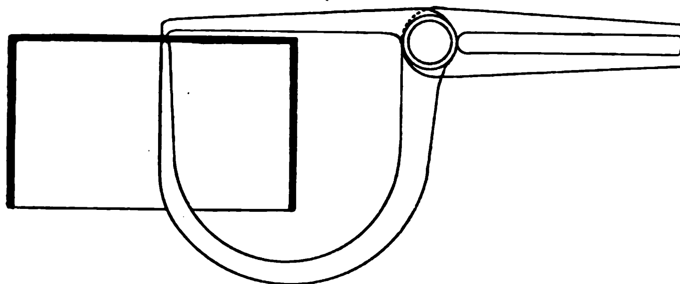


Fig. 46.

nende Taster, Fig. 46. Die Schenkel sind diesseits des Gelenkes genau so lang wie jenseits desselben, sodass man an der Entfernung der ausser-

---

[1]) Taster für die Wanddicken sehr langer Röhren: Engineering, März 1868, S. 209 m. Abb.
The Engineer, Oct. 1884, S. 290, m. Abb.
Taster für die Wanddicke der Granaten: Wochenschr. d. V. d. J, 1879 S. 451 m. Abb.

halb des Gefässes liegenden Fühlflächen die Dicke des Bodens erkennen kann; die Abnutzung der Fühlflächen lässt sich ohne weiteres durch Aufeinanderlegen der äusseren Fühlflächen bestimmen, während dem toten Gang des Gelenkes durch möglichst sorgfältige Ausführung desselben nach Kräften vorzubeugen ist.

Bastian[1]) schlägt vor, den einen Schenkel des Tasters einknickbar zu machen, um denselben über Hervorragungen des zu messenden Gegenstandes hinwegheben zu können; nach dem Abheben des Tasters giebt man dem umlegbaren Theil des einen Schenkels die alte Lage wieder, welche genau gewonnen werden soll durch Einlegen einer Klinke. Gegen die Anordnung spricht die Vermehrung der Fehlerquellen durch Hinzufügen eines ferneren Gelenkes.

Die bekannte Thatsache, dass durch drei Punkte eines Kreises derselbe bestimmt ist, hat dazu geführt, Taster herzustellen, welche das Messen des Durchmessers an einem Bogenstück desselben gestatten. Fig. 47 stellt den Merz'schen Taster[2]) in einer Ansicht und einem

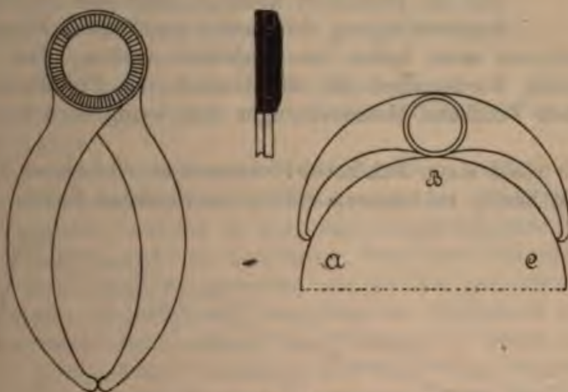


Fig. 47.

Querschnitt des Gelenkes dar. Derselbe ist an eine Walze gelegt und berührt diese in den drei Punkten *A*, *B* und *C*. Aus der hieraus sich ergebenden Schenkellage, welche an einer Teilung des Tasterkopfes abgelesen werden kann, gewinnt man den Durchmesser. Der Taster kann sowohl für gewölbte als auch für hohle Flächen benutzt werden; der Tasterkopf hat dementsprechend zwei Gruppen betreffender Linien. Es kann die Einteilung des Kopfes natürlich nur durch Versuche festgelegt werden; sie verliert ihre Richtigkeit mit jeder Abnutzung, namentlich der Fühlflächen. Das Gelenk ist zweckmässig hergestellt, was aus der Schnittfigur erkannt werden kann. Man hat auf den einen Schenkel eine runde Platte geschraubt, in deren Falz der andere Schenkel sich dreht.

---

[1]) D. R. P. Nr. 28608; D. p. J. 1885, **255**, 156 m. Abb.
[2]) Notizbl. d. Gewerbever. f. Hannover, 1845, S. 19, m. Abb.

Der Taster ist auch zu gewöhnlichen Messungen und zwar ebensogut wie ein anderer zu benutzen.

Das genaue Anlegen der Tasterfühlflächen an zu einander gleichlaufende Flächen ist mit einigen Schwierigkeiten verknüpft. Man hat daher die Taster mit Linealen ausgerüstet, welche das Anlegen auch an ebene Flächen wesentlich erleichtern. Fig. 48 zeigt eine der hierher gehörenden Formen. Eine besondere Beschreibung des Tasters dürfte nicht notwendig sein; nur sei hingewiesen auf die vielen Gelenke, welche bei den Schublehren (s. w. u.) vermieden werden.

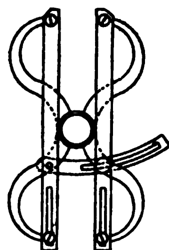


Fig. 48.

Andere Taster findet man in den unten verzeichneten Quellen beschrieben.[1])

Fühlhebel-Messwerkzeuge. Sie sind für feinere Messungen bestimmt und unterscheiden sich deshalb von den Tastern dadurch, dass der bei dem Fühlen anzuwendende Druck geregelt wird, nicht bloss von der Willkür des Messenden abhängt, und dass regelmässig eine Vervielfältigung des Masses stattfindet. Hinsichtlich des zuletzt erwähnten muss leider hervorgehoben werden, dass die weiter oben erörterten Forderungen an die Gestalt der Fühlflächen bei den gebräuchlichen Fühlhebel-Messwerkzeugen nur wenig berücksichtigt worden sind.

Fig. 49 stellt einen Fühlhebel-Dickenmesser einfachster Gestalt dar, welchen man häufig in besseren Schlosserwerkstätten findet. Die Fühlflächen werden durch eine lange Blattfeder zusammengedrückt und die gemessene Dicke liest man auf einem Gradbogen ab. Der Druck der

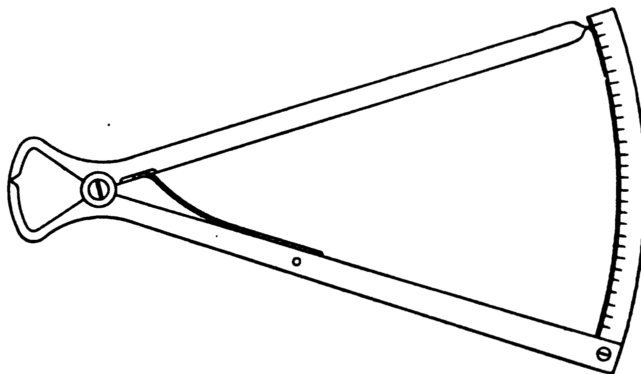


Fig. 49.

[1]) Leupold, theatrum machinarum, 1739, m. Abb.
Jahrb. d. Wiener polyt. Inst. 1835, Bd. 18, S. 35 m. Abb.
Mitt. d. Gewerbever. f. Hannov. 1854, S. 20 m. Abb.
The pract. mech. journ. Apr. 1856, S. 17 m. Abb.
D. p. J. 1866, 182, 370 m. Abb.

Fühlflächen, welche übrigens nur mit je einer schwach gerundeten Kante auf das Werkstück ausgeübt wird, ist wegen der beschränkten Länge der Feder ziemlich ungleichmässig; die entstehenden Abnutzungen schädigen die Genauigkeit des Messens.

Verhältnismässig zweckmässig ist der Fühlhebel-Dickenmesser Apels[1]). Denselben pflege ich aus der grossen Zahl der Fühlhebel, welche die Samml. d. techn. Hochschule in Hannover birgt, herauszugreifen, wenn es sich um eine genauere Messung handelt, die für den Fühlhebel sich eignet. Fig. 50 ist ein Schaubild desselben. Eine Platte ruht auf drei Füssen; einer dieser Füsse ist dick und hohl, sodass in ihm eine lange Schraubenfeder Platz findet, welche den beweglichen Schenkel des Fühlhebels beeinflusst. Der andere Fühlhebelschenkel ist mit der Platte fest verbunden, an welcher auch der Gradbogen befestigt ist. Die guten Eigenschaften dieses Fühlhebels bestehen in dessen Einfachheit und der Länge der Feder, deren Spannung durch den Ausschlag des Fühlhebels sich nur sehr wenig ändert.

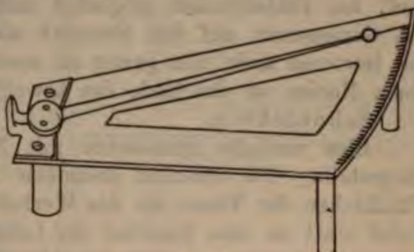


Fig. 50.

Die Genauigkeit des Messens wird wesentlich gefährdet durch Übersetzung des Fühlhebelausschlags. Da ist einer der Fühlhebel mit einem Zahnbogen versehen, welcher in das, einen Zeiger tragende Rädchen eingreift[2]). Grenzt es nicht an Leichtsinn, von einer Zahnradübersetzung eine solche Genauigkeit zu erwarten, wie sie hier gefordert wird?

Ein anderer überträgt den Ausschlag des Fühlhebels auf eine, mit Zeiger ausgerüstete Rolle mittelst einer Schnur[3]). Wenn ich über die Zulässigkeit eines solchen Verfahrens hier kein Wort verliere, so muss ich um so mehr warnen vor der Übersetzung durch die Reibung eines Bogens an der Rolle des Zeigers, weil dieses Verfahren im ersten Augenblicke besticht.

Man pflegt bei Benutzung der meisten Fühlhebel-Messwerkzeuge das Maul derselben zunächst zu öffnen, den zu messenden Gegenstand an seinen Ort zu bringen und hierauf, dem Druck der Feder langsam folgend, die Fühlflächen zum Anliegen zu bringen. Wenn nun dieser Vorgang bei dem zuletzt gekennzeichneten Fühlhebel nicht mit besonderer Vorsicht durchgeführt wird, so bringt die Trägheit des zurückschlagenden Zeigers ein Gleiten der Rolle an dem Reibungsbogen hervor, was eine umständliche Einstellung erforderlich macht, bevor das Messen vollzogen werden kann. Ferner beeinträchtigt die Übertragung des Fühlhebelausschlags

---

[1]) Jahrb. d. Wiener polyt. Inst. 1834, Bd. 18, S. 47 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1825, **18**, 278 m. Abb. 1832, **44**, 115, m. Abb. 1848, **109**, 112 m. Abb.
[3]) Jahrb. d. Wiener polyt. Inst. 1834, Bd. 18, S. 43 m. Abb.

auf den Zeiger mittelst Reibung die Genauigkeit des Gerätes dadurch, dass der notwendige grössere Druck auf die Abnutzung der Fühlhebelzapfen hinwirkt.

Noch mangelhafter sind die mir bekannt gewordenen Übersetzungen durch Hebel[1]). Wegen anderer Fühlhebel-Messgeräte verweise ich auf die unten verzeichneten Quellen[2]), indem ich nochmals hervorhebe, dass die Genauigkeit des Messens mittelst Fühlhebels bedingt wird: durch die richtige Gestalt der Fühlflächen, genaues und dauerhaftes Gelenk und, um Fehlerquellen möglichst auszuschliessen, einfache Übertragung des Gemessenen auf den Massstab oder Gradbogen. Ist die Einteilung des letzteren nicht fein genug zu machen, so möge man statt des Zeigers einen Nonius an das Ende des beweglichen Hebels legen.

Schublehren.

Eine einfache Schublehre mit Nonius ist bereits durch Fig. 36 dargestellt. Die Schenkel derselben werden in gleicher Weise wie die Fühlflächen der Taster an das Werkstück gelegt, das Ablesen des Masses findet statt an dem Massstab der Lehre. Um an diesem das Mass genau erkennen zu können, muss der Abstand der zum Anliegen gekommenen Fühlflächenteile genau gleich sein dem Abstand des auf der Stange verschiebbaren Teils von seiner Anfangslage, d. h. es müssen die Fühlflächen der Schenkel genau gleichlaufend zu einander sein, was ohne weiteres erreicht wird, wenn man sie genau winkelrecht zur Stange legt. Der mit der Stange fest verbundene Schenkel ist ohne Schwierigkeit genau winkelrecht zur Stange zu legen; weniger leicht jedoch der bewegliche Schenkel. Selbst wenn unmittelbar nach der Ausführung die Hülse des beweglichen Schenkels die Stange des festen eng umschliesst, sodass ersterer ohne weiteres seine winkelrechte Lage gegenüber der Stange aufrecht erhält, ist nicht zu vermeiden, dass nach einigem Gebrauch, vermöge eingetretener Abnutzung die Lage des beweglichen Schenkels unsicher wird. Man hat durch eine Druckschraube jedes Schwanken des beweglichen Schenkels zu hindern versucht, dabei aber übersehen, dass die Druckschraube erst dann angezogen werden darf, wenn die Schenkel der Schublehre an das zu Messende gelegt worden sind, sodass die Druckschraube der Genauigkeit des Messens nur wenig förderlich sein kann. Mehr wird erreicht, wenn die Hülse recht lang gemacht wird, indem mit der Zunahme der Länge nicht allein die Abnutzung abnimmt, sondern auch bei gleicher Abnutzung das Mass des Schwankens geringer wird. Am meisten dürfte sich empfehlen, in die Hülse eine Feder zu legen, welche eine Fläche der Hülse stets fest an eine Fläche der Stange drückt,

---

[1]) Polyt. Centralbl. 1845. S. 107 m. Abb.
Mitt. d. Gew. f. Hann. 1851, S. 436 m. Abb.
Bayerisches Industrie- u. Gewerbebl. 1882, S. 38 m. Abb.

[2]) Geisler, Uhrmacher, Bd. 3, S. 130 m. Abb. (Leipz. 1794)
Geisler, Uhrmacher, Bd. 5, S. 128 m. Abb. (Leipz. 1795)
Jahrb. d. Wiener polyt. Inst. 1834, Bd. 18, S. 28 m. Abb.
Gewerbebl. f. Hannover, 1844, S. 62 m. Abb.
Mitt. d. Gew. f. Hann. 1848/51, S. 272 m. Abb.

ein Verfahren, welches auch bei den Hülsen der Stangenzirkel (vergl. Fig. 17 S. 13) häufig und mit Vorteil angewendet wird.

Es ist natürlich keineswegs nötig, die Hülse geschlossen zu machen; man findet vielmehr häufig Schublehren, bei denen die Vorderwand der Hülse fehlt; es sind alsdann die obere und untere Fläche der Stange schräg, um die Stange mit der Hülse sicher zu verbinden. Fig. 51 zeigt eine derartig eingerichtete Schublehre, welche noch die bemerkenswerte Eigentümlichkeit besitzt, dass die Schenkel der einen Seite zum Dickenmessen, diejenigen der anderen Seite zum Messen der Weiten dient.

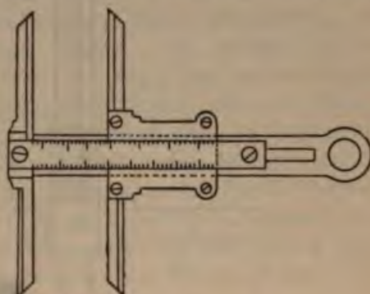


Fig. 51.

Man hat auch Schublehren hergestellt, deren Schenkel innerhalb gewisser Grenzen beliebig lang gemacht werden können. Die Schenkel sind zu dem Ende in ihrer Längenrichtung genauen Führungen entlang zu verschieben. Bei den grossen Schublehren, welche zum Messen der Baumstammdicken benutzt werden, richtet man die Schenkel auch so ein, dass sie niedergeklappt werden können, um das Tragen dieser Baummasse zu erleichtern.

Die Schublehre ist auch sehr gut als Tiefen-Messwerkzeug zu benutzen. Statt auf den Rand einer Vertiefung ein Lineal zu legen und mit einem gewöhnlichen Massstabe den Abstand dieses Lineals von dem Boden der Vertiefung zu messen, macht man zweckmässiger den Massstab in dem kräftigen Lineal, und zwar genau winkelrecht zu letzterem verschiebbar, so dass das Ablesen des durch Verschieben des Massstabes festgelegten Masses in, dem Auge bequemer Lage stattfinden kann.

Klindworths Tiefenmass[1]) ähnelt der gewöhnlichen Schublehre mehr als das vorhin erwähnte. Fig. 52 ist eine Ansicht desselben, die einer Beschreibung nicht bedarf. Man kann das betreffende Gerät natürlich auch zum Messen anderer Entfernungen benutzen, sofern die betr. Flächen hierfür geeignet liegen.

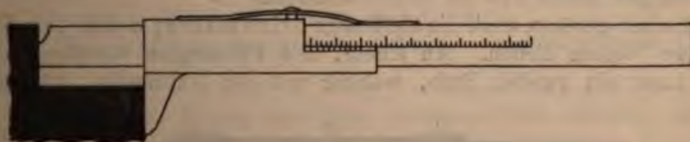


Fig. 52.

Die Ränder der Vertiefungen sind zuweilen nicht zum unmittelbaren Aufsetzen der Schublehre geeignet. Die Blechränder der Dampfkessel haben z. B. infolge des Verstemmens der Fugen eine grössere

[1]) Mitteilungen. 1855, S. 231 m. Abb.
„ 1838, 90 m. Abb.

Dicke als das Blech. Um trotzdem die Dicke des Bleches genau messen zu können, hat Klindworth die folgende Schublehre erdacht:[1]) Fig. 53 stellt das betreffende Gerät in zwei Ansichten dar. Eine Stange *A* ist mit drei Füssen versehen, vermöge welcher sie sicher gegen Punkte des Bleches gestützt werden kann, welche die nötige Gewähr für gutes

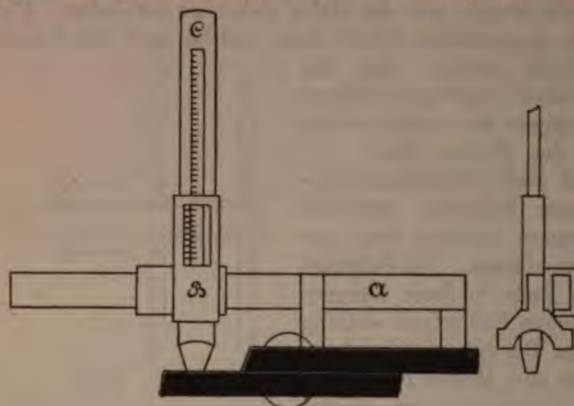


Fig. 53.

Messen bieten. An einer Verlängerung der Stange befindet sich eine Kreuzhülse *B*, welche einerseits an ihr zu verschieben ist, in welcher andererseits aber der Massstab *C* verschoben werden kann. In beide Führungen der Hülse sind Federn gelegt, um jedes Schwanken zu verhüten. Man kann vermöge der Verschiebbarkeit der Hülse *B* an der Verlängerung der Stange *A* auch den Punkt sich aussuchen, auf welchen der Massstab *C* herabgesenkt werden soll. Behufs Förderung den Genauigkeit ist *A* ausserhalb seiner Füsse soweit zur Seite gekröpft, dass die Mittelebene des Massstabes, winkelrecht zur Stützfläche bleibend durch die Mitte des vorderen Fusses und zwischen den beiden hinteren Füssen hindurch geht. Eine Nachbildung dieser Schublehre[2]) ist zwar einfacher, aber weniger genau als die Klindworth'sche.

Hierher gehören auch die stellbaren Stichmasse, welche zum Messen grösserer Weiten dienen. An einem, mit Führungen versehenen Massstabe kann ein zweiter Stab, welcher mit der Nullmarke, oder einem



Fig. 54.

Nonius versehen ist, verschoben werden. Bei Benutzung schiebt man die beiden Stäbe so weit auseinander, dass die Enden zum Anliegen kommen. In recht hübscher Weise ist dasselbe erreicht durch die in Fig. 54 abgebildete Einrichtung der Hartford Tool. Co. in Hartford,

[1]) Mitt. 1856, S. 199 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1874, **211**, 332 m. Abb.

Conn. Zwei an den Enden gerundete Stifte A und B sind in die Enden einer gespaltenen Röhre C geklemmt, indem man auf die verjüngten Gewinde dieser Enden die Muttern D geschraubt hat. Die Muttern D sind auswärts gerauht; man kann durch sie die Stifte A beziehungsweise B entweder ganz festklemmen, oder doch solchen Druck hervorbringen, dass die Verschiebung der Stifte möglich bleibt. Nach Bedarf werden längere oder kürzere Stifte benutzt.[1])

Die Schublehre dient auch in etwas geänderter Gestalt zum Messen verhältnismässig grosser Krümmungshalbmesser durch Beobachtung der gegenseitigen Lage dreier Punkte eines Bogens. Es genüge für den vorliegenden Zweck die Angabe, dass man nur nötig hat in dem Scheitel eines Bügels einen Massstab verschiebbar anzubringen, der zum Messen der Pfeilhöhe desjenigen Bogens dient, welcher nach dem Andrücken des Bügels gegen die zu beobachtende Fläche zwischen den Endpunkten des Bügels sich befindet. Die Einteilung des Massstabes ist durch Versuche derartig ausgeführt, dass man an ihr die Krümmungshalbmesser oder Durchmesser ohne weiteres abzulesen vermag.[2]) In der soeben angezogenen Quelle befindet sich noch eine andere, zum Messen grosser Halbmesser dienende Schublehre beschrieben.

Schublehren verschiedener Einrichtungen sind in den unten verzeichneten Quellen beschrieben.[3])

Schraublehren, auch Blechlehren oder Sphäreometer genannt.

Als hervorragendstes Glied dieser Familie sei hier zunächst Whitworths Messmaschine erwähnt, welche zuerst 1851 in der Londoner Weltausstellung gezeigt worden ist[4].) Auf dem Bett der Maschine befindet sich eine Hervorragung, an welcher die unbewegliche Fühlfläche befestigt ist. Ihr gegenüber liegt eine, mit dem Bett gemeinschaftlich gegossene Hülse, in welcher die Mutter für die wagrechte Schraubenspindel sich befindet. Das, der festen Fühlfläche gegenüber befindliche Ende der Schraubenspindel wirkt auf einen Schlitten, der die bewegliche Fühlfläche trägt. Beide Fühlflächen sind eben und natürlich genau winkelrecht zur Achse der Maschine. An dem freien Ende der Schraubenspindel endlich ist eine, am Rande genau eingeteilte Scheibe angebracht, gegen deren Teilpunkte ein Nonius gelegt ist.

Die Benutzung der Maschine erklärt sich, wenn das w. o. (S. 21 u. 27)

---

[1]) Vergl. auch Gieglys stellbares Stichmass: The Engineer, Apr. 1880, S. 259, m. Abb.

[2]) Mitt. 1856, S. 323 m. Abb.

[3]) Geissler, Instrumente, Bd. 7, S. 101 m. Abb. (1796)
D. p. J. 1885, **257**, 13 m. Abb.
Gewerbebl. f. Hann. 1842, S. 299 m. Abb.
(Für Eisenbahnwagenräder): Polyt. Centralbl. 1849, S. 661 m. Abb., 1850, S. 1483 m. Abb.
(Spurweite der Geleise): D. R. P. Nr. 17759, Wochenschr. d. Vereins d. Ingen. 1882, S. 178 m. Abb.
(Schienenköpfe) Iron, Sept. 1880, S. 201 m. Abb.
D. p. J. 1885, **258**, 117.

[4]) The mech. magazine, 1859, II, S. 217 m. Abb.

Gesagte berücksichtigt wird, von selbst. Es mag aber erwähnt werden, dass Whitworth sogar Sorge dafür getragen hat, dass die Temperatur der Maschine sowohl als diejenige der zu messenden Stücke eine bestimmte ist und durch die Wärmeausstrahlung des messenden Arbeiters möglichst wenig beeinflusst werden kann. Man findet hierüber näheres in der bereits angezogenen Schröter'schen Übersetzung des von Goodeve u. Shelly verfassten Buches über die Whitworth'sche Messmaschine.

Der zweite Platz gebührt, ihrer grossen Verbreitung halber, der Palmer'sche Lehre [1]), welche Fig. 55 darstellt. Ein Bügel trägt bei *A* die feste Fühlfläche, welche einstellbar ist, und bei *B* eine Mutter, in welcher die Schraubenspindel *C* sich dreht. Dieselbe ist mit einer Hülse *c* versehen, welche über die Mutterwarze des Bügels hinweggreift, unten zugeschärft ist und dadurch Gelegenheit bietet, an einer, auf der Mutter-

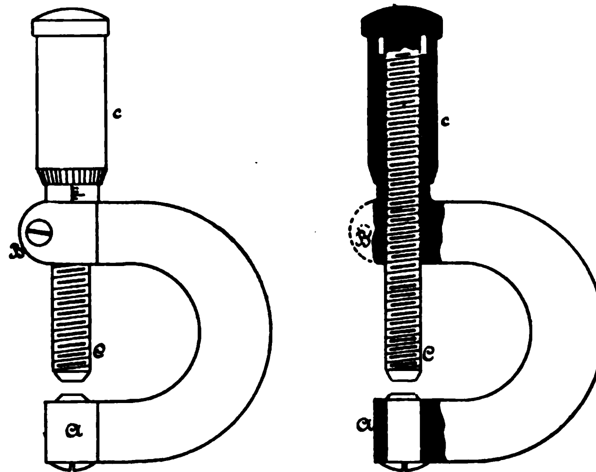


Fig. 55.

warze angebrachten Gradleiter die Zahl der vom Nullpunkt ab vollzogenen ganzen Drehungen der Schraubenspindel *C* abzulesen. Die kegelförmige Zuspitzung der Hülse *c* ist ausserdem in 20 Teile zerlegt, sodass man, da an der Mutterwarze eine zur Achse der Schraubenspindel gleichlaufende Nulllinie angebracht ist, ohne weiteres zwanzigstel der ganzen Umdrehung ablesen kann.

Um die Abnutzung der Schraubengewinde möglichst unschädlich zu machen, spaltet man neuerdings die Mutter *B* mittelst eines Sägenschnittes und klemmt dieselbe mit Hilfe einer Schraube, welche durch zwei hervorragende Lappen geht (vergl. die bei dem Buchstaben *B*, Fig. 55, angegebenen punktierten Linien) nach Bedarf zusammen.[2]) In der soeben angezogenen Quelle findet man nach älterem Vorgange mit der Schraube einen Zeiger verbunden, welcher über einem grösseren

[1]) Karsten, Einl. i. d. Physik, S. 547 m. Abb.
[2]) Vergl. Breguet, Mitt. 1854, S. 281 m. Abb.

ifferblatt spielt; auch ist die w. o. besprochene federnde Zahnkupplung bgebildet und beschrieben. Was das Ablesen auf einem grösseren Ziffer-latt anbelangt, so ist dasselbe bei den älteren Schraubenlehren nicht equem, indem mit jeder Drehung der Schraube der Zeiger sich weiter om Zifferblatt entfernt, auch die ganzen Umdrehungen gezählt werden nüssen. Landsberg[1]) hat, um diese Übelstände zu heben, das Ziffer-latt mit der Schraube, den aus einer zur Schraube gleichlaufenden rismakante bestehenden Zeiger aber mit dem bügelförmigen Gestell erbunden. Man liest die Zahl der ganzen Schraubendrehungen an einer radleiter der Prismakante, die Teile der Drehung aber am Rande des ifferblattes ab, welcher nahe an der Kante des Prisma liegt. Es ist uch die federnde Zahnkupplung angewendet und als Neuheit eine Fühl-läche verwendet, welche an der Drehung der Schraube nicht teilnimmt. ie mit der Schraube sich drehende Fühlfläche dürfte kaum jemals so enau herzustellen sein, dass sie in allen Entfernungen von der festen ühlfläche dieser gegenüber die gleiche Lage hat, während bei nur ver-

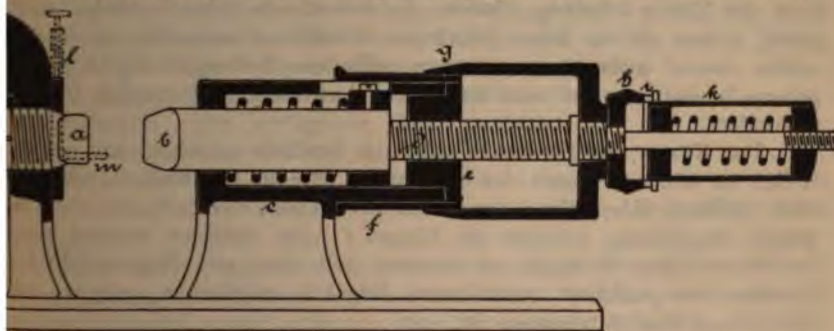


Fig. 56.

schiebbarer Fühlfläche diese Forderung leichter zu erfüllen ist. Auch ist die mit der Schraube sich drehende Fühlfläche der Abnutzung weit mehr unterworfen, als die nicht drehbare. Whitworth verwendet deshalb, wie bereits angegeben, bei seiner Messmaschine ebenfalls eine verschieb-bare Fühlfläche, auf welche das Ende der Schraube wirkt.

Es möge die Beschreibung einer Schraublehre hier den Schluss bilden, welche Landsberg mir im Jahre 1884 lieferte. Fig. 56 ist ein Längenschnitt derselben. *a* bezeichnet die feste aber einstellbare, *b* die verschiebbare Fühlfläche; beide Fühlflächen sind rechteckig ge-staltet. *b* gleitet in der Hülse *c* und wird durch eine Hervorragung seines Bundringes, welcher in einen Schlitz der Hülse *c* ragt, an jeder Drehung gehindert. Eine dünne, gegen den erwähnten Bundring drückende Schraubenfeder schiebt den Körper der beweglichen Fühlfläche zurück, wenn die Schraube *d* solches gestattet; hierdurch ist jeder tote Gang vermieden. In die Hülse *c* ist die Mutter *e* befestigt (welche länger

---

[1]) Mitt. 1861, S. 315 m. Abb.

sein könnte) und über dieselbe der Ring *f* geschoben, auf welcher eine zur Achse gleichlaufende Linie sich befindet, die als Marke gegenüber der, am zugespitzten Ende der Kappe *g* angebrachten Teilung dient, also das Ablesen der teilweisen Schraubendrehung gestattet. Ferner befindet sich auf dem Ring *f* ein Gradleiter zum Ablesen der Zahl der ganzen Schraubendrehungen. Die ganze Einrichtung unterscheidet sich von derjenigen der Palmer'schen Lehre nur durch den grösseren Durchmesser, welcher das Ablesen von $\frac{1}{100}$ *mm* gestattet und ferner durch die Drehbarkeit des Ringes *f*, welche benutzt wird, um erforderlichen Falles die Lage der zum Ablesen des Masses dienenden Marke zu berichtigen.

Die Kappe *g* ist mit der Schraube *d* fest verbunden; ebenso der Ring *h*, an welchem sich 4 schräge Zähne *i* befinden. Gegen diese Zähne legen sich zwei Stifte der Hülse *k*, welche durch eine leichte Schraubenfeder gegen *h* geschoben wird. Sobald der Druck der Fühlfläche *b* gegen den zu messenden Gegenstand zu gross wird, gleiten die Stifte der Hülse *k* über die Zähne *i* hinweg, indem die betreffende Schraubenfeder nachgiebt, sodass ein zu hoher Druck der Fühlfläche vermieden wird. Ich mache darauf aufmerksam, dass verschiedene Reibungswiderstände die genaue Innehaltung des beim Messen zur Anwendung kommenden Druckes verhindern.

Der Körper der Fühlfläche *a* ist mit Gewinde versehen, um sie einstellen zu können; wegen des Umstandes, dass die Fühlflächen rechteckig sind, bedingt dieses Einstellen halbe Drehungen, weshalb die oben erwähnte Einstellung mittelst des Ringes *f* nicht entbehrt werden kann. Um Drahtdicken u. dergl. zu messen, soll man aus Bequemlichkeitsgründen den punktiert gezeichneten Bügel *b* aufschieben, welcher mit zwei Tragstiften *m* versehen ist.

Bei dem Messen der Blechdicken und in einigen anderen Fällen ist die wagerechte Lage der Fühlflächen angenehmer als die senkrechte; deshalb hat man den in der Fig. 56 links liegenden Teil des Gerätes als Fuss für die senkrechte Lage ausgebildet.

Feste Lehren für Dicken und Weiten zeichnen sich, da sie frei sind, von den Fehlerquellen der Schraubengewinde, Keile und Hebel im allgemeinen durch Genauigkeit aus. Sie werden entweder für den augenblicklich vorliegenden Zweck hergestellt, beziehungsweise dem abzugreifenden Masse angepasst, oder sie entsprechen bestimmten, durch Nummern gekenntzeichneten Abmessungen.

Ein Stück Draht oder Flacheisen, oder auch wohl Holz wird auf Grund wiederholter Versuche so weit verkürzt, dass seine Enden, in die messende Weite gebracht, mit einiger Reibung die betreffenden Flächen berühren. Es heisst Stichmass. Um mit Sicherheit bei demnächstiger Benutzung der in dem Stichmass festgelegten Abmessung erkennen zu können, welche Endflächenteile bei der Anfertigung desselben mit dem Gemessenen in Berührung waren, bildet man die Enden zu abgerundeten Spitzen aus. Das Stichmass eignet sich, wenn es mit der nötigen Sorgfalt angefertigt ist und benutzt wird, zu genauer Übertragung der Masse.

Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass es nicht allein verkürzt, sondern durch vorsichtige Hammerschläge verlängert werden kann, ohne Merkmale dieser Veränderung anzunehmen. Die zum Dickenmessen bestimmte Klinke Fig. 57 verlangt grössere Vorsicht als das Stichmass bei ihrer Herstellung: es müssen offenbar die beiden Fühlflächen genau gleichlaufend sein, wenn nicht bei verschieden tiefem Eintauchen des zu Messenden in die Klinkenöffnung verschiedene Masse gefunden werden sollen. Man vermindert die hierin liegende Gefahr durch möglichstes Beschränken der Fühlflächengrösse, in dem Sinne, wie Fig. 58 erkennen lässt. Eine Abrundung der Klinkenfühlflächen ist meines Wissans nicht gebräuchlich. Auch die Klinke kann, einerseits durch Abfeilen, Abschleifen oder dergl. oder durch Strecken in ihrer Weite geändert werden, ohne Spuren einer solchen Entstellung zu zeigen.

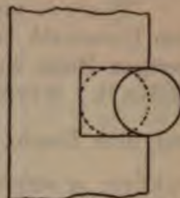

Fig. 57.


Fig. 58.

Die w. o. in zweiter Linie genannten Lehren werden nach bestimmten Massen angefertigt, die eine regelmässige Folge bilden. Man nennt auch diese Folge „Lehre“ und hat verschiedene solcher Folgen im Gebrauch. Der verfügbare Raum gestattet hier nicht, dieselben eingehend zu erörtern, es muss vielmehr der Hinweis auf die vortrefflichen Arbeiten von Karmarsch, Thomée und B. Peters[1]) und folgende kurze Auseinandersetzung genügen.

Man will die gangbarsten Abmessungen, welche mittelst anderer Messwerkzeuge nur mit grösserem Zeitaufwand genügend genau getroffen werden können, durch einfache, handliche Messwerkzeuge in möglichst kurzer Zeit bestimmen. Das bedingt eine sorgfältige Auswahl der unter dem Ausdruck „gangbarste Abmessungen“ zu verstehenden Grössen, welche nur unter Berücksichtigung des Verfertigungsverfahrens der fraglichen Gegenstände und des Marktes stattfinden kann.

In ersterer Beziehung bietet der Draht einen Anhalt. Bei jedem Durchzug soll der Draht eine möglichst grosse Verdünnung erfahren; die Grenze derselben, welche die Festigkeit des Drahtes bestimmt, darf nicht überschritten werden, weil andernfalls durch häufiges Reissen desselben beachtenswerte Verluste entstehen. Die bei jedem Durchzug zu gewinnende Verdünnung hängt sonach von den Eigenschaften des Stoffes ab, aus welchem der Draht gefertigt wird. Es lässt sich jedoch eine Durchschnittszahl für die zweckmässige Verdünnung des Eisendrahtes für jeden Durchzug gewinnen.

Der Markt wünscht möglichste Vielseitigkeit der Drahtdicken; dem Drahterzeuger muss also daran liegen, seine Ware in der Dickenfolge

---

[1]) Z. d. V. d. J. 1866, S. 546, 563, 611 u. 661; 1867 S. 135, 241, 369, 409, 487, 565, 681.

in den Handel bringen zu können, welche die Verfertigung bedingt. Die Lehre, welche die Dicke des Drahtes bezeichnet, soll so geordnet sein, dass sie für jede Bearbeitungsstufe des Drahtes, jeden Durchzug desselben einen besondern Platz bietet.

Thomée nimmt nun als zweckmässig an (s. w. u. über Drahtziehen), den Eisendraht bei jedem Durchzug auf 0,8847 oder 0,8999 seiner bisherigen Dicke zu verdünnen, und zwar bei allen vorkommenden Drahtdicken [1]). Karmarsch nennt diese Zahl, welche gleichbedeutend ist mit dem Bruch $\frac{d_2}{d_1}$ oder $\frac{\text{Dicke nach dem Durchzug}}{\text{Dicke vor dem Durchzug}}$ den Verdünnungsfaktor; er empfiehlt diesen Verdünnungsfaktor für feinere Drähte kleiner (bis 0,8523 bei 0,12 *mm* Dicke), für gröbere Drähte grösser (bis 0,9197 bei 11,53 *mm* Dicke) zu wählen. Peters schliesst sich den Anschauungen des letzteren an und hat im Anschluss an die weit verbreitete englische Lehre (Birmingham gauge) folgende Stufenfolge entworfen [2]) (s. S. 45).

Die *o*-Nummern, welche die Dicken von etwa 8,9 bis 18,3 *mm* umfassen, habe ich fortgelassen, weil für diese Dicken, welche kaum einmal durch Ziehen hergestellt werden, die Rücksichtnahme auf den Verdünnungsfaktor keinen Wert hat.

R. Peters hat angestrebt und, wie aus der Zusammenstellung hervorgeht, im wesentlichen erreicht unter möglichst enger Anlehnung an die von Karmarsch empfohlene Stufenfolge eine solche zu schaffen, welche, für Eisenblech angewendet, in einem einfachen Verhältnis zum metrischen Mass und Gewicht steht. Freilich ist das nur möglich geworden durch Unregelmässigkeiten in der Abnahme des Verdünnungsfaktors, die jedoch in so engen Grenzen liegen, dass sie für den Gebrauch der Lehre bedeutungslos sein dürften. Die Dickenabweichungen der Peters'schen Lehre von derjenigen Stufenfolge, welche Karmarsch empfohlen hat (vergl. Reihe *g*), spielen nur bei den feinsten Nummern eine Rolle, dürften jedoch auch hier nicht von Bedeutung sein. Wer wird sich die Mühe geben, Eisendraht oder Blech auf 0,005 *mm* (d. i. die grösste verhältnismässige Abweichung) genau herzustellen.

Auch der eigentlichen englischen Lehre (Birmigham gauge) schmiegt sich die Peters'sche so an, dass (vergl. die Reihen *c* u. *d*) durch geringe Verschiebungen der Nummern (welche auf dem betr. Messwerkzeuge vermerkt werden können) das nach Peters ausgeführte Messwerkzeug auch zu benutzen ist, um die eigentlichen englischen Nummern zu gewinnen.

Allein jede durch Berücksichtigung des Verdünnungsfaktors gewonnene Reihenfolge der Dicken steht mit unserem Längenmass, welches doch die Grundlage des Messens bildet, in sehr umständlicher Beziehung. Sie enthält grosse Vorteile für die Dickenmessung der Drähte, für welche der angenommene Verdünnungsfaktor geeignet ist; für aus andern Stoffen gefertigte Drähte fallen diese Vorteile hinweg. Die Peters'sche Stufenfolge schmiegt sich dem Gewicht der Flächeneinheit des Eisenbleches

[1]) Z. d. V. d. J. 1866, S. 557.
[2]) Z. d. V. d. J. 1867, S. 570.

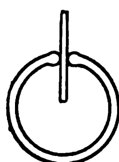
Nummern	Dicken der engl. Lehre (Birmingham gauge) in *mm*		Dicken d. Peters'schen Lehre in *mm*	Verdünnungsfaktor d. Peters'schen Lehre	Gewicht eines *qm* Eisenblech in *kg*	Dickenabweichungen der Peters'schen Lehre in Hunderteln.	
	von Karmarsch berichtigt	von Peters gemessen				gegen Reihe *b*	gegen Reihe *c*
a	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*	*g*	*h*
1	8,151	7,620	8,100	0,905	63,0	+0,6	— 5,9
2	7,437	7,214	7,329	0,912	57,0	+1,5	— 1,6
3	6,771	6,579	6,686	0,904	52,0	+1,3	— 1,6
4	6,153	6,045	6,043	0,915	47,0	+1,8	0
5	5,580	5,588	5,529	0,907	43,0	+0,9	+ 1,1
6	5,050	5,156	5,014	0,911	39,0	+0,7	+ 1,0
7	4,562	4,572	4,564	0,901	35,5	0	+ 0,2
8	4,113	4,191	4,114	0,906	32,0	0	+ 1,9
9	3,700	3,759	3,729	0,897	29,0	—0,8	+ 0,8
10	3,323	3,404	3,343	0,904	26,0	—0,6	— 1,2
11	2,978	3,048	3,021	0,894	23,5	—1,4	+ 0,9
12	2,663	2,769	2,700	0,881	21,0	—1,4	+ 2,6
13	2,377	2,413	2,379	0,892	18,5	—0,1	+ 1,4
14	2,117	2,108	2,121	0,879	16,5	—0,2	— 0,6
15	1,882	1,829	1,864	0,895	14,5	+1,0	— 1,9
16	1,669	1,651	1,671	0,885	13,0	—0,1	— 1,2
17	1,478	1,473	1,479	0,870	11,5	—0,1	— 0,4
18	1,306	1,245	1,286	0,900	10,0	+1,6	— 3,2
19	1,152	1,067	1,157	0,889	9,0	—0,4	— 7,8
20	1,014	0,889	1,029	0,875	8,0	—1,5	—13,6
21	0,891	0,813	0,900	0,857	7,0	—1,0	— 9,7
22	0,781	0,711	0,771	0,867	6,0	+1,3	— 7,8
23	0,683	0,635	0,669	0,865	5,2	+2,1	— 5,6
24	0,596	0,559	0,579	0,889	4,5	+2,9	— 3,4
25	0,519	0,508	0,514	0,875	4,0	+1,0	— 1,2
26	0,451	0,457	0,450	0,857	3,5	+0,2	— 1,6
27	0,391	0,406	0,386	0,867	3,0	+1,3	+ 5,2
28	0,339	0,356	0,334	0,885	2,6	+1,5	+ 6,6
29	0,293	0,330	0,296	0,870	2,3	—1,0	+11,5
30	0,253	0,305	0,257	0,850	2,0	—1,6	+14,8
31	0,218	0,254	0,219	0,882	1,7	—0,5	+16,0
32	0,187	0,229	0,193	0,867	1,5	—3,1	+18,7
33	0,160	0,203	0,167	0,846	1,3	—4,2	+21,4
34	0,137	0,178	0,141	0,818	1,1	—2,4	+26,2
35	0,117	0,127	0,116	0,889	0,9	+0,9	+11,2
36	0,100	0,102	0,103	0,875	0,8	+2,9	— 1,0
37	0,085	—	0,090	0,857	0,7	—5,6	—
38	0,072	—	0,077	0,833	0,6	—6,5	—
39	0,061	—	0,064	0,800	0,5	—4,7	—
40	0,051	—	0,051	—	0,4	0	—

ziemlich gut an; für andere Bleche fehlt ein solcher, einigermassen über sichtlicher Zusammenhang. Es ist daher natürlich, dass man nicht selte besondere Stufenfolgen für Draht, besondere für Blech und verschieden für die verschiedenen Stoffe benutzt und dass es nicht an Vorschläge fehlt, welche die Stufenfolge der Lehren unmittelbar auf das Längenmas stützen. Von diesen sind erwähnungswert: der Vorschlag jede Stufe fü kleinere Abmessungen 0,01 *mm* gross zu machen und durch die Numme das betreffende Mass in hundertstel *mm* auszudrücken, obgleich bei grössere Abmessungen die einzelnen Stufen grösser genommen werden, der andere nach welchem die Nummer das betr. Mass in zehntel *mm* und der dritte für grössere Dicken vielfach durchgeführte, nach welchem die Numme das zugehörige Mass in ganzen *mm* bezeichnet. Diese drei Stufenfolge können recht wohl nebeneinander bestehen, indem ein Irrtum, welch derselben gemeint ist, nur in seltenen Fällen eintreten kann.

Was nun die zugehörigen Messwerkzeuge anbetrifft, so werden die selben für kleinere Abmessungen nur als Dickenmesser ausgeführt. Aus klinkungen nach Art der Fig. 57 oder besser nach Fig. 58 werden a den Rändern gerader platter Stahlschienen oder kreisförmiger Stahlblech angebracht. Um eine grosse Zahl solcher Ausklinkungen in kleinen Raum zusammenzudrängen, verbindet man wohl mehrere solcher Schiene oder runder Bleche gelenkartig miteinander.

Behufs Mässigung der beim Gebrauch solcher Klinken eintretende Abnutzung werden dieselben gehärtet und — bei besseren Werkzeugen — erst nach dem Härten durch Schleifen berichtigt. Sobald trotzdem di Klinken über die zulässige Grösse hinaus erweitert sind, müssen sie um gearbeitet werden.

Kleine Weiten der Klinken sind, aus naheliegenden Gründen, nu schwer oder gar nicht in der erforderlichen Genauigkeit herzustellen Man benutzt deshalb für sehr geringe Dicken die sogenannte Messringe, Fig. 59, welche, wie die Schlüssel, in grössere Zahl auf einen Reifen gereiht werden. Sie werden aus a den Enden abgerundeten Drahtstücken durch Biegen derselbe hergestellt; ihre genaue Weite giebt man ihnen durch vor sichtiges Hämmern nach Massgabe häufiger Versuche an muster gültigen Dicken. Vorher ist die Nummer anzubringen. Nac eingetretener Abnutzung wiederholt man das Hämmern un bewahrt zu dem Zwecke die Musterdicken auf.


Fig. 59.

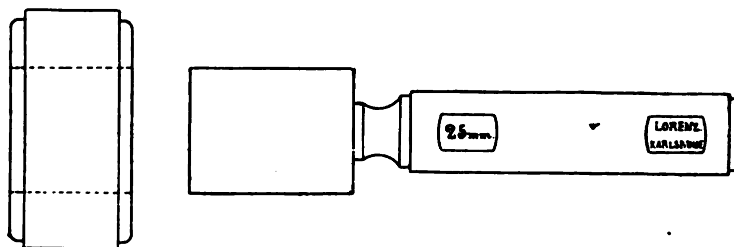


Fig. 60.

Grössere Abmessungen werden sowohl als Dicken wie auch als Weiten mittelst fester, eine bestimmte Stufenfolge bildender Lehren gemessen. Fig. 60 stellt einen sogenannten Satz der Lehre, d. h. einen Ring für Dickenmessung und Zapfen für Weitenmessung dar. Die Fühlflächen beider sind gehärtet und hierauf sorgfältigst geschliffen. Lorenz in Karlsruhe liefert solche Lehren von $^1/_4$ *mm* Durchmesser an aufwärts. Auch ineinander schiebbare Stahlringe, deren lichte Weite und äusserer Durchmesser zum Messen benutzt werden, sowie andere Formen sind für vorliegenden Zweck gebräuchlich.

3. Messen der Flächen.

Es hat dasselbe innerhalb gewerblicher Betriebe nur geringe Bedeutung, kann deshalb hier kurz erledigt werden.

Als Einheiten dienen das Quadratmeter (*qm*) = 10 000 Quadratcentimeter (*qcm*) = 1 000 000 Quadratmillimeter (*qmm*). Höhere Einheiten sind das Ar (*a*) = 100 *qm* und das Hektar (*ha*) = 100 *a* = 10 000 *qm*.

Die Grössen regelmässig gestalteter Flächen bestimmt man durch Rechnung auf Grund der mittelst oben erörterter Verfahren und Werkzeuge gewonnenen Abmessungen.

Unregelmässig begrenzte ebene Flächen werden durch das sogenannte Planimeter [1]) oder mittelst Verfahren gemessen, die auf der Simpson'schen Regel beruhen [2]). Man zerlegt auch die betreffende Fläche durch gleichlaufende gerade Linien in Streifen, berechnet deren Flächeninhalt aus der Breite und mittleren Länge derselben und zählt die so gewonnenen Grössen zusammen. Endlich ist das Auflegen eines, z. B. auf Pauspapier gezeichneten Netzes zu erwähnen, was das unmittelbare Ablesen der innerhalb der Flächengrenze liegenden Quadrate gestattet.

4. Messen der Räume.

Als Einheiten dienen: das Kubikmeter (*cbm*) = 1 000 Kubikdecimeter oder Liter (*l*) = 1 000 000 Kubikcentimeter (*cbcm* oder *cc*) und das Hektoliter (*hl*) = 100 *l*.

In England und den Vereinigten Staaten von Nordamerika ist die gebräuchlichste Raumeinheit die Gallone = 277,2738 engl. Kubikzoll = 4,54345 *l*. Ferner ist 1 Tonne (*Tun*) = 252 Gallonen = 1 008 Quart = 2 016 Pinten.

---

[1]) The pract. mech. journ. 1851/52, Bd. 4, S. 198 m. Abb.
Civilingenieur, Bd. 12, S. 47 m. Abb.
D. p. J. 1876, **222**, 584 m. Abb.; 1884, **252**, 60 m. Abb.
Zeitschr. d. Ver. d. Ingen. 1881, S. 120 m. Abb.
Zeitschr. d. österr. Ingen. u. Arch. Ver. 1882, S. 90 m. Abb.
The Engineer, Apr. 1880, S. 252; Apr. 1882, S. 304; März 1884, S. 191 Oct. 1884, S. 336 m. Abb.

[2]) Centralbl. d. Bauverwaltung, 1884, S. 431 m. Abb., S. 533 m. Abb.

In Russland enthält 1 Wedro: 12,299 *l*.
1 Wedro ist = 10 Kruschky = 100 Tscharky.
1 Fass (Botschka) ist = 40 Wedro; 1 Pipe = 18 Wedro.
1 Tschetwert ist = 2 Osmini = 4 Pajok = 8 Tschetwerik = 32 T werka = 64 Garnez = 209,9 *l*.

Den Inhalt regelmässig gestalteter, aus festen Stoffen geb Räume bestimmt man durch Berechnung, auf Grund der geme Länge, Breite, Höhe u. dergl. Flüssigkeiten und unregelmässig ges feste Gegenstände bedürfen anderer Verfahren für ihre Raumbestim

A. Messen der Flüssigkeiten.

Flüssigkeits-Gemässe sind Gefässe, welche einen bestimmten I inhalt umschliessen; sie sind unmittelbar nur für tropfbar flüssige I verwendbar, indem nur bei diesen die, bei Bezeichnung des Fas vermögens dieser Gemässe vorausgesetzte ebene Abschlussfläche a oberen, wagrechten Rande sich bildet; die wagrechte Lage der I in welcher dieser Rand sich befindet, muss selbstverständlich wä des Messens genau innegehalten werden. Die Genauigkeit des M wird durch das Anhaften der Flüssigkeit an den Gemässwänden trächtigt, sie leidet am wenigsten, wenn das Verhältnis der b werdenden Fläche des Gemässes zu dem Rauminhalt desselben mög klein ist. Indessen sind Rücksichten auf die Bequemlichkeit des Gebr meistens in erster Linie für die Gestalt der in Rede stehenden Ge von Einfluss.

Der Längenmassstab enthält ebensoviele Masse wie Teilungen; Flüssigkeitsgemäss entspricht jedoch nur einer bestimmten Raum Die hieraus erwachsenen Unbequemlichkeiten haben zur Einführung Teillinien zerlegter Messräume geführt. Die Teillinien bezeichne Flüssigkeitsmengen, welche den Messraum bis zu ihnen füllen; sie v an den Wandungen des Messraumes (Bürette) oder derjenigen gläsernen Standröhre *a* (Fig. 61) angebracht. Ist eine Flüssig menge gegeben, so giesst man dieselbe in den Mes und liest, den Flüssigkeitsspiegel mit den Teillinie gleichend, den von ihr eingenommenen Raum ab; s gegen eine bestimmte Menge von der im Mes vorrätigen Flüssigkeit entnommen werden, so beob man die anfängliche Höhe des Flüssigkeitsspiegel lässt sodann, vielleicht durch Öffnen eines Hahnes lange ablaufen, bis der Spiegel der zurückbleib Flüssigkeit an der Teilung des Standglases diejenige linie erreicht hat, welche dem berechneten Rest entspricht.

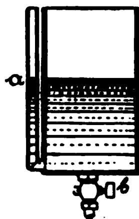


Fig. 61.

Wegen des Haftens der Flüssigkeit an der mit Teillinien verse Wand ist die Lage des Flüssigkeitsspiegels gegenüber der Tei nicht genau zu erkennen, sodass im allgemeinen die entstehenden I mit der Kleinheit der Teilungen wachsen.

Man kann auch auf die Flüssigkeit einen Schwimmer legen, w in irgend einer Art die Höhenlage des Flüssigkeitsspiegels ersic macht.

Schliesst man die obere Öffnung der in Rede stehenden Messgefässe, so kann der über dem Flüssigkeitsspiegel entstehende Hohlraum als Raummass für Gase dienen. Häufiger jedoch dient für das Messen der Gase eine trommelförmige, senkrecht bewegbare Glocke, deren unterer Rand in eine tropfbare Flüssigkeit z. B. Wasser taucht (das Gasometer oder die Gasglocke); der innerhalb der Glocke befindliche Flüssigkeitsspiegel bildet den Boden des Messraumes. Da die Höhenlage dieses Flüssigkeitsspiegels nur auf Umwegen erkannt werden kann, so liegen erhebliche Fehlerquellen vor, die noch durch die Zusammendrückbarkeit und den grossen Einfluss der Temperatur auf den Raumgehalt der Gase (vergl. Messen der Temperatur) vermehrt werden.

Für gewerbliche Betriebe sind diejenigen Vorrichtungen, welche die Raumgrösse eines mehr oder weniger stetigen Flüssigkeitsstromes messen, von grösserer Bedeutung als die vorher besprochenen, wenngleich dieselben im allgemeinen weniger genaue Ergebnisse liefern.

Die Wassermesser[1]), die besser den allgemeinen Namen Flüssigkeitsmesser führen würden, sind im wesentlichen nach folgenden Grundgedanken gebaut.

Ein oben offenes Messgefäss ist im Boden mit einem Loch versehen, aus welchem, nachdem der Stöpsel herausgezogen, der Inhalt abfliesst. Rohlfs erzählt, dass in Rhadames den Feldbesitzern das Wasser mittels solcher Einrichtung zugemessen wird. Ein Knabe schürzt nach jedem Leerlauf einen Knoten in ein Palmblatt, was als Aufzeichnung der Füllungszahl dient. Man hat den Stöpsel durch einen Hahn und, sobald behufs regelmässigeren Abflusses zwei Gefässe in Gebrauch genommen werden, durch einen sogenannten Vierweghahn ersetzt; man hat den Hahn durch Schwimmer selbstthätig einstellen lassen.

Auch sind Messgefässe an einer wagrechten Welle so befestigt, dass sie in regelmässiger Folge gefüllt und entleert werden. Mit der sich drehenden Welle ist ein Zählwerk verbunden.

Eine gute Pumpe kann offenbar ohne weiteres zum Messen der von ihr gehobenen Flüssigkeitsmenge dienen.

Derselben verwandt sind die Kolbenwassermesser mit gradliniger oder bogenförmiger Kolbenbewegung. Sie unterscheiden sich dadurch

---

[1]) Vergl. über ältere und neuere Wassermesser: Rühlmann, allgemeine Maschinenlehre, Bd. I.

D. p. J. 1825, **18**, 40, 269. 1826, **20**, 126. 1834, **51**, 454. 1838, **67**, 11. 1844, **91**, 27, 29. 1845, **95**, 81. 1849, **111**, 261. 1850, **115**, 194. 1851, **121**, 182. 1852, **124**, 7. 1854, **134**, 245; **134**, 243, 248. 1857, **146**, 234. 1859, **153**, 184. 1860, **158**, 174. 1864, **174**, 409. 1865, **178**, 175. 1867, **184**, 396. 1868, **188**, 22; **189**, 441. 1869, **193**, 185. 1870, **196**, 1, 185, 489; **197**, 541. 1871, **199**, 257; **200**, 355; **201**, 284, 377; **202**, 316. 1872, **205**, 185. 1874, **212**, 135, 257. 1875, **216**, 295. 1876, **220**, 502; m. Abb.

Übersichten: D. p. J. 1877, **223**, 367; **224**, 254, 500; **225**, 137, 442. 1878, **228**, 370; **230**, 356. 1880, **235**, 394, 463; **236**, 77, 165, 253, 341, 497; m. Abb.

Neuerungen: D. p. J. 1880, **237**, 121, 206, 282, 366. 1881, **240**, 401; **241**, 180. 1882, **244**, 48, 287; **246**, 118, 207, 261, 310, 493. 1883, **248**, 147. 1884, **252**, 486; **253**, 1, 49, 93. 1885, **256**, 299, 382; **258**, 386; m. Abb.

von den Pumpen, dass eine, den Dampfmaschinen entnommene Steuerung die Flüssigkeit abwechselnd vor und hinter den Kolben leitet und die Kolbenbewegung durch den Überdruck des eintretenden Wassers hervorgebracht wird. Die Kolbenwassermesser messen verhältnismässig genau leiden aber durch Abnutzung und verlieren auch durch diese an Genauigkeit. Es ist daher häufig der Kolben durch eine biegsame Scheibe, oder Kolben und Stiefel durch einen zusammendrückbaren Schlauch oder einen Balg ersetzt. Derartige biegsame Teile schädigen aber die Genauigkeit des Messens und sind nicht von der wünschenswerten Dauerhaftigkeit die betreffenden Wassermesser nehmen einen ähnlich grossen Raum ein wie die Kolbenwassermesser und beide Arten sind verhältnismässig teuer

Das Bestreben nach grösserer Billigkeit und Raumersparnis hat zum Bau solcher Flüssigkeitsmesser geführt, welche die Flüssigkeit durch einen unveränderlichen Querschnitt ausströmen lassen und die Geschwindigkeit innerhalb dieses Querschnittes messen. Diese Wassermesser sind sehr einfach und arbeiten im allgemeinen mit höchstens 5 % Abweichung vom genauen Mass.

Gasmesser oder Gasuhren. Die Messeinrichtungen für Gase oder elastisch flüssige Körper erfordern, wie schon w. o. angedeutet, Rücksicht auf die Temperatur und den Druck. Die Bedingung, während des Messens eine bestimmte Temperatur des gemessenen Gasstromes zu erhalten, beziehungsweise die wechselnden Temperaturen sachgemäss zu verfolgen, ist bei den in Rede stehenden Einrichtungen nur in beschränktem Masse zu erfüllen. Alle bekannten Temperaturmesser oder Thermometer folgen dem Temperaturwechsel nicht sofort; einige rascher, andere langsamer (vergl. w. u. Messen der Temperaturen) und gerade diejenigen, welche geeignet sind, die Temperaturen selbstthätig zu verzeichnen, sind am trägsten im Anschmiegen an die Temperaturschwankungen. Man stellt den Gasmesser in einem Raume möglichst gleichmässiger Temperatur auf, gewinnt damit aber offenbar keine gleichmässige Temperatur der zu messenden Gase, welche noch von anderen Umständen abhängig ist. Hieraus folgt, dass die Gassmesser im allgemeinen weniger genaue Ergebnisse liefern als die Messeinrichtungen für tropfbare Flüssigkeiten. Der Forderung gleichmässigen Druckes ist leichter zu entsprechen.

Die gebräuchlichen Gasmesser oder Gasuhren sind entweder nasse oder trockne. Die grundlegenden Anordnungen beider Arten sind bereits in dem, Johann Malam am 11. Mai 1820 patentierten Gasmessern enthalten; ich beschreibe die nasse Gasuhr unter Benutzung einer Malam'schen Figur, weil sie leichter verständlich ist als die jetzige Bauart. In Fig. 62 bezeichnet A die Röhre für das eintretende Gas, B den Mantel eines wasser- und luftdichten Behälters, in welchen das gemessene Gas ausströmt und aus welchem es weiter geleitet wird, C die Messtrommel. Letztere ist aus zwei ebenen Endwänden und vier zwischen diese gelöteten Wänden gebildet, deren Biegung aus der Figur erkannt werden kann; sie ist um ihre wagrechte Achse leicht drehbar. Die Messtrommel taucht um mehr als zur Hälfte in eine Sperrflüssigkeit, sodass eine, das Innere der Messtrommel wie des Behälters B in zwei

Teile zerlegende wagrechte Ebene sich bildet, welche dem Gase nur über sich Raum gewährt. Man sieht nun aus der Figur, dass je eine der vier Kammern der Messtrommel *C* mit dem freien Innenraum des Behälters *B*, je eine derselben mit demjenigen Raume in freier Verbindung steht, in welchen sich das zu messende Gas ergiesst. Letzteres hat eine etwas grössere Spannung als das die Messtrommel verlassende Gas und bewirkt demzufolge die Drehung der Messtrommel in dem Masse, in welchem das gemessene Gas ab-, beziehungsweise anderes aus *A* zufliesst und die aus der Sperrflüssigkeit aufsteigende Kammer der Messtrommel füllt. Die Menge des von jeder Kammer aufgenommenen Gases hängt nun nicht allein von den Abmessungen derselben, sondern auch von der Höhenlage des Sperrflüssigkeitsspiegel ab; will man daher, wie geschieht, aus der Zahl der gefüllten Kammern, beziehungsweise der Messtrommeldrehungen auf die Gasmenge, welche die Gasuhr durchströmte, schliessen, so muss jener Flüssigkeitsspiegel eine bestimmte Höhenlage haben. Sie wird einerseits durch genaue Aufstellung der Gasuhr und eine Überlauf-Röhre, welche verhindert, dass der Flüssigkeitsspiegel höher als beabsichtigt steigt, andererseits durch rechtzeitiges Ergänzen der etwa verdunsteten Flüssigkeit gewonnen. Als Sperrflüssigkeit benutzt man Wasser oder, weil es leicht verdunstet und gefriert, statt dessen Glycerin oder Chlorcalciumlösung. Letztere greift die Metalle in ziemlichem Grade an.

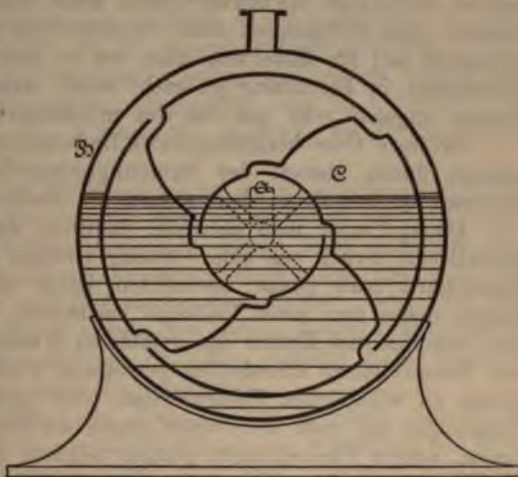


Fig. 62.

Die Malam'sche Gasuhr öffnet und schliesst die Gas- Ein- und Austrittsöffnungen der Messtrommel fast plötzlich und erzeugt hierdurch zwar leichte, aber für manche Zwecke störende Druckschwankungen; diese werden wesentlich gemildert durch eine geneigte Lage der Gas- Ein- und Austrittsschlitze. Sie ist weniger leicht zu erreichen, wenn, wie Fig. 62 angiebt, diese Schlitze in den gebogenen Mantelflächen, als wenn sie in den ebenen Endflächen der Trommel angebracht sind. Deshalb ist z. Z. diese Anordnung allgemein gebräuchlich [1]). In der angezogenen Quelle findet man auch die Beschreibung der Zählwerke und anderer Einzelheiten.

Die trocknen Gasuhren sind mit zwei aus biegsamen Stoff gefertigten

[1]) Schilling, Handbuch der Steinkohlengasbeleuchtung, 3. Aufl. S. 559, München 1879.

Bälgen versehen, denen das Gas durch eine, der Steuerung der Zwillingsdampfmaschine nachgebildeten Einrichtung wechselnd zugeführt, beziehungsweise entzogen wird.

Gute Abbildungen und Beschreibung einer trocknen Gasuhr findet man in unten verzeichneter Quelle[1]. Gegen die trockenen Gasuhren spricht namentlich die Schwierigkeit, einen Stoff für die Bälge zu finden, welcher seine Biegsamkeit nicht verändert und auch im übrigen genügend dauerhaft ist; für dieselben, dass das zu messende Gas nicht mit einer Flüssigkeit in Berührung gebracht wird, welche durch Verdunsten das Messen ungenau oder gar das Gas minderwertig macht.

Grössere Gas- beziehungsweise Luftmengen werden nicht selten bestimmt durch Messen der Strömungsgeschwindigkeit und des durchflossenen Querschnittes, dem sodann die Rechnung folgt.

Dampf misst man entweder dadurch, dass man ihn unter unveränderlichem Druck aus einer Öffnung strömen lässt, deren veränderlichen Querschnitt man genau beobachten kann (abgestutzter Hohlkegel, in dessen Achse man einen Vollkegel verschiebt), oder durch Niederschlagen des Dampfes und Messen des gebildeten Wassers, oder durch Messen des zur Dampfbildung erforderlich gewesenen Wassers. Sämtliche Verfahren leiden an erheblichen Fehlerquellen oder sind mühsam durchzuführen. Neuerdings hat man den Dampf gegen die Flügel eines Rädchens stossen lassen, dessen Umdrehungen gezählt werden, um auf die Ausströmungsgeschwindigkeit zu schliessen[2].

B. Messen unregelmässig gestalteter fester Körper.

Man will entweder den, von dem festen Stoffe angefüllten, beziehungsweise umschlossenen Raum genau bestimmen, oder mit der Messung desjenigen Raumes sich begnügen, welchen die aufgeschichteten Körper einschliesslich der entstehenden Hohlräume einnehmen, um aus diesen auf die Stoffmenge zu schliessen. Demgemäss unterscheidet man z. B. zwischen Festmeter (d. i. 1 *cbm* festen Stoffes) und Raummeter (d. i. 1 *cbm*, in welchem die einzelnen Stücke des Stoffes aufgeschichtet sind).

a. Genaue Messung. Man bringt den oder die zu messenden Körper in ein Gefäss bekannten Inhalts und übergiesst sie mit einer Flüssigkeit, deren Menge bestimmt wird, bis zur Füllung des Gefässes. Durch Abziehen des Raumes, welchen die Flüssigkeit einnimmt, von dem Inhalt des Gefässes gewinnt man sofort den zu bestimmenden Rauminhalt des oder der Körper. Selbstverständliche Voraussetzung für dieses Messverfahren ist, dass die Flüssigkeit in die betr. Körper nicht einzudringen vermag. Man misst bei Anwendung des angegebenen Verfahrens offenbar nur den gesamten, sehr unregelmässig gestalteten Hohlraum; es ist sonach damit auch ein Weg angegeben, der zur Bestimmung des Inhaltes anderer Hohlräume führt. Thatsächlich wird hiervon in ausgedehntestem Masse Gebrauch gemacht, solange die in Frage kommenden Hohlräume eine wagrechte Abschlusskante haben.

---

[1] D. p. J. 1875, **218**, 44, m. Abb.
[2] D. p. J. 1885, **257**, 534. Abbild. im Génie civil, 1858, Bd. 7, S. 111.

b. Angenäherte Messung. Sie findet Verwendung für Getreide, Kartoffeln, Kohlen, Holz, Steine u. s. w. und wird im wesentlichen entweder in der Weise durchgeführt, dass man die einzelnen Stücke regelmässig aufschichtet, oder indem man dieselben in das Messgefäss stürzt. Ersteres Verfahren lässt im allgemeinen ein festeres Verhältnis zwischen dem von den Körpern wirklich eingenommenen und dem auf die Höhlungen entfallenden Raumteil erwarten als letzteres; es ist mühseliger als dieses und wird deshalb in der Regel nur für grössere Stücke verwendet. Holzscheite und Äste werden in bestimmter Länge geschnitten und sodann nach einem Massstab aufgeschichtet; Steine legt man in, auf eine ebene Fläche gestellte Rahmen, die sogenannten Kasten, welche nach ihrer Füllung abgehoben werden.

Wenn die zu messende Körpersammlung in ein Gemäss eingeworfen wird, so entstehen Verschiedenheiten des Verhältnisses der Hohlräume zu den von den Körpern eingenommenen Raum durch folgende Umstände: Die Reibung der Körper an den Gefässwänden und unter sich hindert dieselben sich so eng aneinander zu schliessen, wie ohne Vorhandensein derselben geschehen würde, die Grösse der Hohlräume hängt sonach von der Grösse der Reibung ab. Man benutzt diese Thatsache sogar zur Bestimmung der Güte des Weizens [1]).

Die Gestalt der Körper, wie diejenige der Gemässe, ebenso die Grösse beider beeinflussen in gleicher Richtung das Verhältnis der Hohlräume zum Inhalt der Körper. Und wenn das Einwerfen allmählich geschieht, so legen sich die einzelnen Körper im allgemeinen besser aneinander, als wenn man grössere Mengen auf einmal in die Gemässe stürzt. Die einzelnen Körper legen sich zum Teil gewölbartig zusammen; durch Rütteln der Gemässe werden derartige Gewölbbildungen zerstört und die Hohlräume verkleinert.

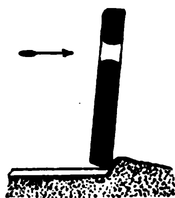
Nicht unbedeutend ist auch das Verfahren, durch welches die obere Fläche des zu Messenden begrenzt wird. Für gewisse, namentlich gröbere Stoffe ist gebräuchlich über dem Gemäss einen Kegel oder einen Haufen zu bilden und zwar in der Höhe, welche der Böschungswinkel der Stoffe zulässt; das ist offenbar ein sehr unsicheres Verfahren. Bei anderen Stoffen soll eine ebene, in der Höhe des Gemässrandes liegende Fläche den Abschluss bilden. Diese Ebene wird mittels des Abstreichers, eines Richtscheits, welches man über den Rand des Gemässes führt, gewonnen. Ist der Querschnitt des wirkenden Teiles dieses Abstreichers scharfkantig, so vermag man durch rasches Vorgehen eine flache Mulde zu erzeugen (Fig. 62a), ist derselbe jedoch gut abgerundet (Fig. 62b),

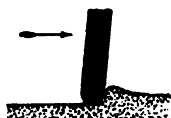
---

[1]) Der bessere Weizen besitzt eine glattere Oberfläche als der geringere. Stürzt man verschiedene Weizenarten genau gleichartig in gleiche Gefässe, so ist die aus glatterem Weizen bestehende Füllung notwendigerweise schwerer als diejenige mit rauherem, geringerem Weizen. Hierauf beruht die Gütebestimmung nach „Pfunden holländisch“. Der Umstand, dass die Glätte der Körneroberflächen hierbei eine so grosse Rolle spielt, hat zu dem betrügerischen Ölen des Getreides geführt (vergl. „die Mühle“, 1878, S. 47).

so werden die Körner zum Teil in das Gemäss hineingedrückt, also die Oberfläche verdichtet.

Das Raummessen der Körpersammlungen ist daher mit so viel Ungenauigkeiten behaftet, dass es selbst bei ordnungsmässigem Verfahren zu Fehlern bis zu 25 % [1]) führen kann, betrügerischem Messen aber Thor und Thür öffnet; es sollte deshalb völlig aus dem öffentlichen Verkehr entfernt werden. Für den eigenen Gebrauch kann es nur zuweilen Nutzen bringen, namentlich wenn es mittels selbstthätiger Messvorrichtungen [2]) stattfindet.


Fig. 62a.


Fig. 62b.

Es mögen noch einige dem Durchschnitt entsprechende Zahlen für das Verhältnis der Hohlräume zum Gesamtraum hier angeführt werden.

Locker gehäufte, eckige Bruchsteine unregelmässiger Gestalt . .	0,51
Steinschlag aus eckigen Bruchsteinen	0,50
„ „ kleinen Findlingen	0,47
Trockner feiner Quarzsand ungl. Korngrösse	0,43
Feuchter Sand	0,37 bis 0,41
In einen Kasten gepackte Bruchsteine unregelmässiger Gestalt .	0,40
Geschüttete, abgeriebene Steine mit eckigen vermengt . . .	0,34
In einen Kasten gepackte Bruchsteine regelmässiger Gestalt . .	0,34
Sehr dicht zusammengerüttelter feiner, trockner Sand	0,33
Flintenschrot, wenn die Körner einerlei Grösse haben	0,39 bis 0,40 [3])
Weizen, Roggen, Gerste durchschn.	0,20 bis 0,40
Mehl	0,20 bis 0,60

Steinkohlen: Das Gewicht eines *cbm* zerschlagener Steinkohlen schwankt zwischen 700 und 850 *kg*, während 1 *cbm* feste Steinkohle 1200 bis 1880 *kg* wiegt.

5. Messen der Lage, bezw. der Winkel.

Der Kreis wird in 360 Grade (360°), jeder Grad in 60 Minuten (60′) und jede Minute in 60 Sekunden (60″) geteilt.

A. Unmittelbares Ablesen.

Der Winkel, welchen zwei in einer Ebene liegende gerade Linien einschliessen, wird gemessen, indem man den Mittelpunkt eines nach Graden u. s. w. geteilten Kreises auf den Schnittpunkt der beiden Linien legt und die Lage der Linien mit derjenigen der Teilstriche vergleicht. Verschiedene Hilfsmittel erleichtern dieses Messen; es hat jedoch für

[1]) Karmarsch, über das Messen der Kohlen, in D. p. J. 1878, 227, 1.

[2]) King's Getreidemesser; Engineering, Mai 1868, S. 494 m. Abb. Malzmessvorrichtungen; polyt. Centralbl. 1873, S. 288 m. Abb.; Pract. Masch. Konstr. 1882, S. 402 m. Abb.

[3]) Zeitschr. d. Arch. u. Ingen. Vereins f. Hannover 1856, S. 225

gewerbliche Zwecke so geringe Bedeutung, dass es an dieser Stelle weiterer Erörterung nicht bedarf.

Unter Umständen ist folgendes Gerät zum Messen der Winkel sehr brauchbar.

Der rhomboedrische Doppelspat hat die Eigenschaft winkelrecht zum Hauptschnitt einfallende Lichtstrahlen in zwei verschiedenen Graden zu brechen, sodass ein Doppelbild entsteht. Ein Punkt erscheint (Fig. 63) einmal deutlicher und einmal matter, eine Linie ebenso in zwei verschiedenen Schärfen; wobei selbstverständlich die zugehörigen Punkte beider Linien in genau gleicher Entfernung voneinander liegen. Richtet man nun den Spat so gegen einen Winkel, dass ein Schenkel des matteren Bildes in die Verlängerung des zugehörigen Schenkels des schärferen Bildes fällt (Fig. 64) und dreht hierauf den Spat so lange, bis in bezug auf den zweiten Schenkel Gleiches stattfindet, so beträgt die Drehung genau so viel Grad, wie der Winkel misst. Ein Beweis dieser Thatsache erscheint überflüssig. Behufs Benutzung derselben zum Messen der Winkel ist nur nötig, den Spat in geeignete Weise in einer, mit Gradteilung versehene Hülse zu fassen und diese in eine Hülse zu stecken, welche an einem Gestell befestigt ist. Um den Spat dem zu messenden Gegenstande gegenüber in richtige Lage bringen zu können, muss natürlich die erste Hülse verstellbar sein. Ich besitze eine solche, vom Mechaniker Landsberg in Hannover angefertigte Einrichtung, welche, mit Beleuchtungslinse und Vergrösserungsglas versehen, zum Messen schwer zugänglicher Winkel vortreffliche Dienste leistet. Es gelingt nicht allein das Messen solcher Winkel, deren Schenkel bis zu ihrem Schnittpunkt reichen, sondern man kann bei einiger Umsicht auch die Winkel genau bestimmen, welche von Bruchstücken der Schenkel eingeschlossen werden, z. B. die Flächenwinkel, wenn die Kanten abgerundet sind.

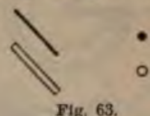


Fig. 63.

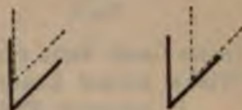


Fig. 64.

B. Mittelbares Ablesen.

Dahin gehört die Bestimmung der Winkel unter Benutzung des Tangentenwertes des Winkels, d. h. des Verhältnisses der Länge einer beide Schenkel schneidenden geraden Linie BC, Fig. 65, welche winkelrecht auf einem der Schenkel, nämlich AB steht zu der Länge dieses Schenkels. Häufig wird der Winkel α nur durch das Verhältnis $\frac{\overline{CB}}{\overline{AB}}$, als Neigung, Gefälle, Steigung oder Böschung zum Ausdruck gebracht.



Fig. 65.

Ferner sind hierher die Schmiegen zu rechnen.

Unter Schmiege versteht man zwei durch Gelenk so miteinander verbundene Lineale, dass diese in ihrer Ebene verschiedene Winkel miteinander zu bilden vermögen. Sie sind entweder mit Gradbogen ver-

sehen, um den betreffenden Winkel ablesen zu können, oder lediglich dazu bestimmt, einen Winkel zu übertragen. Ein hübsches Beispiel für die erstere Art der Winkelmesser bildet Parfitt's Gerät, Fig. 66. Ein etwa 270° messender flacher Bügel, mit welchem der eine Schenkel *a* des Geräts verbunden ist, bildet die Führung eines, den zweiten Schenkel *b* tragenden Bogens. Der abgeschrägte äussere Rand des lelzteren greift unter eine ebenso abgeschrägte Leiste des ersteren Bogens; ein an ersteren befestigter Zahnbogen steht mit einem Wurm im Eingriff, welcher an letztern gelagert ist, so dass man die den Winkel messenden Schenkel sehr genau einstellen kann. Die Gradeinteilung befindet sich an dem mit *b* verbundenen Bogen, während ein Nonius an der Leiste des breiteren Bogens befestigt ist.

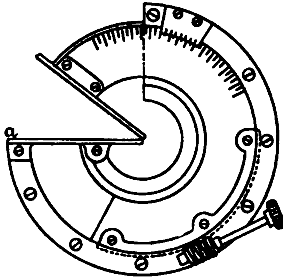


Fig. 66.

Dieses Gerät dient zum Messen der auf eine Ebene gezeichneten und der Winkel solcher Kanten, an welche es gelegt werden kann.

In manchen Fällen sind die Schenkel länger als die Breite der die Kante bildenden Flächen und ein Überragen der letzteren durch erstere wegen vorhandener Vorsprünge nicht möglich. Alsdann empfiehlt sich das durch Fig. 67 versinnlichte Gerät. Der Schenkel *a* der Schmiege ist um einen festen Bolzen des Stabes *e* drehbar; er trägt einen Zeiger *c* (oder an dessen Stelle einen mit Nonius ausgerüsteten Arm), welcher das Ablesen der Neigung auf dem Gradbogen *d* gestattet. Der Schenkel *b* ist an dem Stabe *e* zu verschieben, wird aber an demselben genau geführt, so dass seine Kante stets winkelrecht zu *e*, beziehungsweise gleichlaufend mit deren früheren Lagen bleibt. Man kann *b* sonach mehr oder weniger weit hinter *a* schieben, sodass die Schenkellänge des eingeschlossenen Winkels den Abmessungen des zu messenden Gegenstandes sich anschliesst. Zu dem Ende müssen die Körper der Schenkel voreinander liegen. Zur Verminderung der Gefahr, infolge dieses Umstandes ungenau zu messen, sind die Fühlflächen der Schenkel abgeschrägt, sodass nur mehr oder weniger scharfe Kanten zum Anliegen kommen. Es darf ferner nicht übersehen werden, dass Fehlerquellen in der Führung des Schenkels *b*, wie des Schenkels *a* liegen: geringe Abnutzung, namentlich des Bolzens bezw. Loches, um welche der Schenkel *a* schwingt, bringen merkbare Ungenauigkeiten hervor.

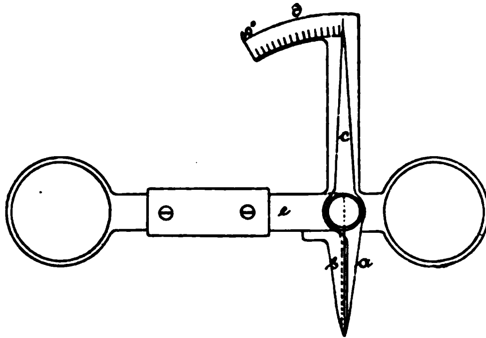


Fig. 67.

Eine Schmiege mit Gradbogen, welche mit sogenanntem **Anschlag** ausgerüstet ist, um namentlich den Winkel zu messen, welcher von einer rechtwinkligen geraden Kante und einer Linie eingeschlossen wird, die in einer der die Kante bildenden Ebene liegt, versinnlicht Fig. 68 u. 69; es ist Fig. 68 eine Gesamtansicht, Fig. 69 eine zweite, die Verbindung

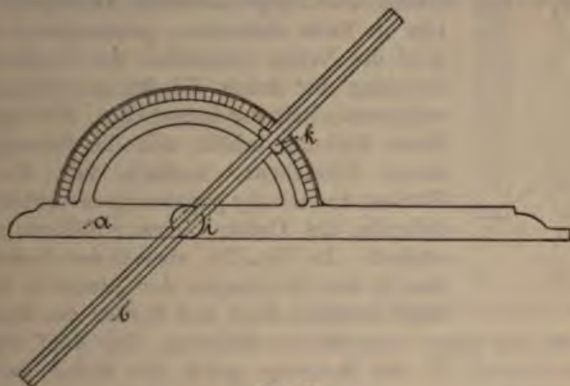


Fig. 68.

der **Zunge** *b* mit dem Anschlag *a* erläuternde Darstellung. Mit *a* ist ein Gradbogen verbunden, dessen Mittelpunkt in dem Bolzen *i* liegt, welcher *a* mit *b* verbindet. Die schmalen Kanten der Zunge *b* sind abgeschrägt, wodurch ermöglicht wird letztere mittels des Bolzens *i* gegen *a* mehr oder weniger fest anzudrücken. Eine ähnliche Befestigung ist in der Nähe des Gradbogens vorgesehen, indem in einem bogenförmigen Schlitz desselben ein Bolzen *k* spielt, der die schrägen Kanten der Zunge klauenartig erfasst und durch eine Mutter angezogen werden kann. Diese Art der Befestigung gestattet, die Zunge *b* in ihrer Längenrichtung zu verschieben, d. h. den zum Anlegen bestimmten Teil beliebig kurz zu machen.



Fig. 69.

Andere Schmiegen mit Gradbogen findet man in den Quellen[1]) beschrieben. Sie sichern nur dann ein genaues Messen, wenn sie mit grosser Sorgfalt hergestellt sind.

Handelt es sich, wie in vielen Fällen, um die unmittelbare Übertragung eines Winkels, so ist grössere Genauigkeit mit der viel billigeren gewöhnlichen Schmiege zu erreichen. Fig. 70 stellt eine solche dar, welche aus der dünnen **Zunge** und der mit ersterer durch Gelenk verbundenen **Tasche** besteht. Sie kann sowohl zum Messen oder Prüfen der Kantenwinkel, als auch derjenigen Winkel dienen, welche Linien mit einer Kante bilden. Nicht selten wird die Zunge über das Gelenk hinaus

[1]) Gewerbeblatt f. Hannov. 1844, S. 73, m. Abb.
Mitt. d. Gewerbv. f. Hann. 1852/53, S. 215, m. Abb.
Zeitschr. d. Verein d. Ingen. 1866, S. 210, m. Abb.

verlängert, sodass zwei Zungenlängen zur Verfügung stehen, oder die Zunge mit einem Schlitz versehen, welcher gestattet dieselbe nach Bedarf mehr oder weniger hervorragen zu lassen. Die durch Fig. 71 dargestellte Schmiege ist derartig eingerichtet; sie enthält gleichzeitig eine bemerkenswerte zum Feststellen der Zunge dienende Anordnung. Bei den hier in Rede stehenden, gewöhnlichen Schmiegen wird die Zunge gegenüber der Tasche oder dem Anschlag nur durch die im gemeinsamen Gelenk auftretende Reibung festgehalten. Mit der Steigerung dieser Reibung erhöht sich die Schwierigkeit genauen Einstellens, weshalb man die reibenden Flächen nur mässig gegeneinander drückt, obgleich dadurch die Gefahr eines zufälligen Verstellens wächst. In Fig. 71 steckt der Gelenkbolzen *a* lose in den Bohrungen der Tasche *b*; die Zunge *d* liegt zwischen Kopf und Mutter des Bolzens *a* und dreht sich um ihn ohne nennenswerte Reibung. Der Kopf des Bolzens *a* ist quer durchbohrt; in die Bohrung greift die Spitze des Stiftes *c*, welche *a* so zur Seite zu schieben vermag, dass die Zunge *d* zwischen die Mutter und die gegenüberliegende Taschenfläche geklemmt wird. Man stellt die Zunge ein, während die Gelenkreibung klein ist, und schraubt nun die Spitze des Stiftes *c* in den Kopf des Bolzens *a*, so die Zungenlage unverrückbar machend. Diese Art des Festklemmens der Zunge zeichnet sich gegenüber ausserdem vorkommenden dadurch aus, dass während des Vollziehens desselben kein Anlass zur Veränderung der Zungenlage gegeben wird.


Fig. 70.



Fig. 71.

Für häufig vorkommende Winkel (z. B. solche von 90°, 60°, 45°, 30°) werden Geräte mit fester Zunge benutzt, welche man im allgemeinen **Winkel**, auch **Winkelhaken** nennt, letzteren Namen führt namentlich das Messwerkzeug des **rechten** (90°) Winkels. Es sind diese Winkelmesser mit fester gegenseitiger Lage der Schenkel zu unterscheiden in solche ohne und solche mit **Anschlag**. Beide Arten eignen sich zum Prüfen der Kantenwinkel; die Winkelmesser ohne Anschlag ausserdem für Winkel, deren beide Schenkel auf eine Ebene gezeichnet sind und diejenigen mit Anschlag für solche, welche von einer Kante und einer Linie eingeschlossen werden. Den Anschlagwinkel ver-

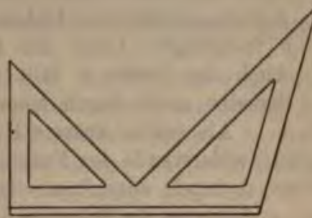
sieht man nicht selten mit einer Nebenzunge *i*, Fig. 72, um das sichere Anlegen desselben zu unterstützen.

Bei dem mehrfachen Winkel, Fig. 73, wird das Gleiche erreicht durch die grosse Ausdehnung der Zunge.

Das Prüfen der rechten Winkel auf ihre Genauigkeit findet auf Grund der Thatsache statt, dass die Summe zweier rechter Winkel 180°



Fig. 72.


Fig. 73.

beträgt, also bei dem Aneinanderlegen zweier rechter Winkel die freien Schenkel derselben eine gerade Linie, beziehungsweise eine gerade Kante bilden müssen. Über hierher gehörige genaue Verfahren wolle man weiter unten unter Vorzeichnen nachlesen.

Die körperliche Ecke, deren Kantenwinkel 90° messen, dient zum Prüfen und Feststellen der Lage einer geraden Linie oder Kante, welche mit einer Ebene nur rechte Winkel einschliessen soll. Fig. 74 versinnlicht eine der gebräuchlichen Gestalten dieses Winkelmessers, welche hauptsächlich auf der sogenannten Richtplatte benutzt wird.


Fig. 74.

Unter dem Namen Ausdrehwinkel versteht man den folgenden Winkelmesser. In der Mitte eines genau ebenen Metallkreuzes befindet sich eine Öffnung, in welcher ein Lineal so steckt, dass es sich genau senkrecht zur Ebene des Kreuzes verschieben lässt. Durch Anlegen des Kreuzes auf den Rand einer, vielleicht auf der Drehbank hergestellten Vertiefung und Anlegen des Lineals, der Zunge des Winkelmessers an die Innenwand der Vertiefung kann man untersuchen, ob diese einen rechten Winkel mit dem Rande der Vertiefung bildet. Selbstverständliche Vorbedingung für die Brauchbarkeit dieses Gerätes ist die genaue Führung der Zunge in dem Kreuz, welche am sichersten durch gehörige Länge des Loches (also entsprechender Dicke des Kreuzes an der betr. Stelle) und eine eingelegte Feder zu erreichen ist. Versieht man die Zunge mit einer Massstabteilung, so ist das Gerät auch als Tiefenmesser zu benutzen.

C. Messen der Lage im freien Raume.

Die Schwerkraft ist im wesentlichen nach dem Mittelpunkt der Erde gerichtet. Des benutzt man um die Lage einer Linie im freien

Raume zu bestimmen, und auch, um die gegenseitige Lage zweier, unmittelbar miteinander vergleichbarer Linien zu erkennen.

Wenn man an einen, an seinem oberen Ende festgehaltenen Fa Fig. 75 irgend einen schweren Körper *b* hängt, so legt sich der Sc punkt dieses Körpers in eine gerade Linie, welche von Aufhängepunkte des Fadens bis zum Mittelpunkt der Erd richtet ist.



Fig. 75.

Die durch Fig. 75 dargestellte Vorrichtung nennt ma Lot oder den Senkel und die mehrfach erwähnte, durch Aufhängepunkt des Fadens und den Schwerpunkt des Gew *b* festgelegte Linie die lotrechte oder senkrechte Auch der Faden *a* fällt mit dieser Linie zusammen, so derselbe nicht durch äussere Kräfte hieran gehindert wird Als solche äussere Kräfte sind in erster Linie zu beac die Biegungswiderstände des Fadens, welche am oberen und unteren des Fadens dadurch entstehen, dass die Befestigungsart desselben hier eine andere als die lotrechte Lage anweist. Der Faden wird in dessen gebogen, so dass im allgemeinen sein oberes und sein u Ende nicht mit der senkrechten Linie zusammenfallen.

Man muss daher entweder auf die Benutzung dieser Enden Festlegung der lotrechten Lage verzichten, oder die erwähnten Biegu des Fadens vermeiden. Das kann geschehen, indem man das Gewi Fig. 76, als genauen Drehkörper herstellt und Faden *a* so an ihn befestigt, dass derselbe von herein mit der Achse dieses Drehkörpers zusammen Es ist das Fadenende mit einem Knoten versehen, der Faden so durch ein genau gearbeitetes Deckelc gesteckt, dass er sich eng an die Wand der Bol desselben anschliesst. Das zu *d* passende in *b* brachte Muttergewinde ist selbstverständlich ebe mit entsprechender Genauigkeit hergestellt. Darf annehmen, dass der zu dem Gewichtsstück *b* verwe Stoff völlig gleichförmig ist, sodass der Schwer desselben mit seiner Achse zusammenfällt, so ist zulässig die Spitze von *b* als in derselben lotre Linie wie die übrigen Teile des Lotes liegend zu trachten. Hiervon wird häufig mit grossem N Gebrauch gemacht. In der Figur ist eine Kap gezeichnet, welche man zur Schonung der Lotspitze anlegt, so man letztere nicht benutzen will.



Fig. 76.

Die Krümmung des Fadens am oberen Ende, dem Aufhängep desselben, kann vermieden werden, auf Grund der Beobachtung Endes während der Benutzung des Lotes.

Die freie Oberfläche einer tropfbaren Flüssigkeit, z. B. des Wa ist im wesentlichen ein Teil einer Kugelfläche, deren Mittelpunkt i Mitte der Erde sich befindet. Wegen der durch die Drehung der erzeugten Schleuderkraft ist das nicht genau richtig, indessen kan

Abweichung als bedeutungslos angesehen werden, zumal die Anziehung der Erde wegen ihrer unebnen Oberfläche und ihrer ungleichmässigen Dichte nicht überall genau nach ihrem Mittelpunkt gerichtet ist. Jede vom Erdmittelpunkte auf den Flüssigkeitsspiegel gezogene gerade Linie ist sonach als auf ihr winkelrecht stehend anzunehmen. Da nun die Abmessungen eines solchen Flüssigkeitsspiegels, soweit derselbe im vorliegenden Sinne zur Verwendung kommt, im Verhältnis zum Erdhalbmesser sehr klein sind, so kann man denselben als eben betrachten und ihn benutzen zum Festlegen der wasserrechten oder wagerechten Lage, welche mit der lotrechten oder senkrechten Richtung einen rechten Winkel einschliesst.

Bevor ich zur näheren Beschreibung der Wasserwage übergehe, will ich noch ein drittes Mittel zur unmittelbaren Beobachtung der Lage im Raume anführen. Wenn man ein Richtscheit gehörig benetzt, vielleicht in Wasser taucht und nunmehr annähernd wagrecht hält, so bewegen sich die an ihm haftenden Tropfen nach dem tiefsten Punkte desselben. Berichtigt man nun die Lage des Richtscheites so lange, bis die Wassertropfen keine Neigung mehr zeigen nach der einen oder anderen Richtung fortzugleiten, so liegt die nach unten hängende Ebene des Richtscheites wagrecht. In Ermangelung eines guten anderen Werkzeugs kann diese Thatsache recht wohl zur Aushilfe benutzt werden.

Ein einziger grosser Flüssigkeitsspiegel, welcher zum unmittelbaren Bestimmen der wagerechten Lage dienen kann, ist zu unbequem in der Handhabung. Man benutzt daher zwei voneinander abhängige Flüssigkeitsspiegel, oder einen kleinen, dessen Lage durch Zuhilfenahme besonderer Mittel mit entsprechend grosser Schärfe beobachtet werden kann.

Die ersterwähnte Wasserwage, die auch Kanalwage genannt wird, besteht in einfachster Anordnung aus zwei Standgläsern mit nahe über dem Boden befindlichen seitlichen Röhrenansätzen; sie werden mittels Gummischlauches, welchen man über diese Röhrenansätze schiebt, miteinander verbunden, so dass die Spiegel einer eingegossenen Flüssigkeit in beiden Glasgefässen genau gleiche Höhe haben. Da die beiden Gefässe sehr weit voneinander entfernt aufgestellt werden können, so vermag man hierdurch die Fehlerquellen, welche dem Verfahren anhaften, zu vermindern.

Zu diesen Fehlerquellen gehört das Haften der Flüssigkeit an den Gefässwänden, beziehungsweise die Krümmung des Flüssigkeitsspiegels, welche durch den Widerstreit dieses Haftens und der Zusammenhangskraft der Flüssigkeit entsteht. Sie erschwert das unmittelbare Erkennen der Höhenlage ungemein. Durch genau hergestellte Schwimmer mit Fadenkreuz, welche auf die Flüssigkeit gesetzt werden, kann man diese Fehlerquelle unschädlich machen, während die Bequemlichkeit der Handhabung erheblich leidet. Auch die Gefahr des Verschüttens der Flüssigkeit während der Benutzung der offenen Gefässe beeinträchtigt die Brauchbarkeit vorstehend besprochener Wasserwage.

Gebräuchlicher sind deshalb die Wasserwagen mit nur einem Flüssigkeitsspiegel, bei welchen die Flüssigkeit — gewöhnlich Weingeist — in

dicht verschlossenem Gefäss sich befindet. Fig. 77 stellt eine Wasserwage im Schnitt dar. Ein dosenförmiges Gefäss mit e Boden *op* ist mit Weingeist gefüllt und mittels gewölbter Glasscl dicht geschlossen, so dass ein wenig Luft zur Bildung eines Flüssi spiegels innerhalb des Gefässes bleibt.

Der Querschnitt der Hohlkehle, welche zwischen Glasfläch Flüssigkeit sich bildet, wir halbkreisförmig; der Gegensa Wirkung des einfallenden] einerseits auf die eingesch Luftblase, andererseits auf di sigkeit und ihren Rand wir durch sehr gefördert.

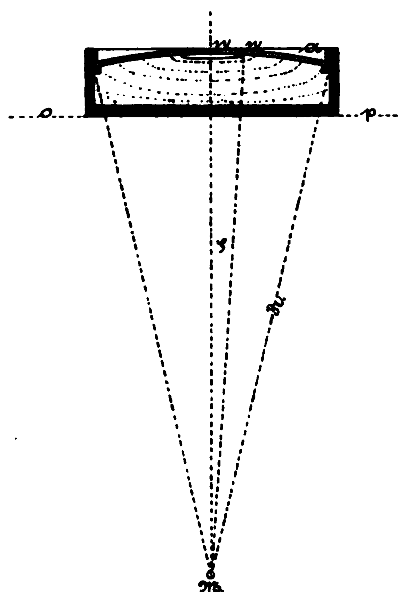


Fig. 77.

Die Wölbung des Glas übrigens folgenden wicht Zweck. Sie soll nämlich ei grössertes Bild der wage Lage des Flüssigkeitsspiegels dosenförmigen Wasserwage] Es sei *nm*, Fig. 77, genau v recht zur Mitte der gewölbte scheibe *a* gezogen, *m* der punkt einer Kugelfläche, von v *a* einen Abschnitt bildet und Krümmungshalbmesser der fläche. Es falle ferner *nm* in die Mitte der kreisfö Flüssigkeitsoberfläche, sobal bezw. die untere Ebene de wagrecht liegt. Wenn dann *op* um irgend einen Winkel φ geg wagrechte Ebene geneigt wird, so muss die Flüssigkeitsfläche od Luftblase um einen Bogen *nn* nach der höher gelegenen Seite g dessen Länge gleich ist: $R \cdot \varphi$; woraus folgt, dass eine Abweichu Ebene *op* in um so grösserem Masse sichtbar wird, je grösser m Halbmesser R wählt, oder mit anderen Worten, dass der Genaui grad einer Beobachtung mit dem Krümmungshalbmesser des Deckg wächst. Hierbei ist selbstverständlich vorausgesetzt, dass die Krür des Glases entsprechend genau ist.

Einerseits ist sehr schwierig, eine Glasschale genau nach einer fläche zu wölben, anderseits gelingt nur der sorgfältigsten Arb Glasschale genau so auf dem Rand der Dose zu befestigen, da Blase in deren Mitte sich befindet, sobald die untere Ebene *op* de wagrecht liegt; auch ist die Dosengestalt nicht immer bequem. benutzt deshalb häufiger die Röhrenwasserwage als die D wasserwage.

Die Röhrenwasserwage, welche meistens einfach Wasserwage g wird, besteht in einer gekrümmten Glasröhre und angefügtem Rich

oder Gehäuse. Sie bestimmt die wagrechte Lage nur in einer Richtung und ist je nach den besonderen Zwecken, welchen sie dienen soll, in mannigfaltiger Gestalt vorhanden.

Fig. 78 zeigt eine Wasserwage, welche auf die, auf ihre wagrechte Lage zu prüfende Fläche gesetzt werden soll. Die betreffende Fläche ist häufig mit geringen Hervorragungen behaftet, welche das Ergebnis



Fig. 78.

der Messung weniger zu beeinflussen vermögen, wenn man ein längeres Richtscheit mit der Wasserwage verbindet und auf die frgl. Fläche legt. Man bemerkt nun in der Figur einen seitlich angebrachten Haken mit Klemmschraube, mit Hilfe welcher ohne Umstände ein solches Richtscheit eingeschaltet werden kann.

Mit Hilfe dieses Gerätes sind ebene Flächen ohne weiteres auf ihre wagrechte Lage zu prüfen, indem man dasselbe nacheinander in mehreren Richtungen aufsetzt. Man erspart sich das wiederholte Aufsetzen wohl dadurch, dass man zwei Röhrenwasserwagen rechtwinklig miteinander verbindet, so dass mit einmaligem Aufsetzen die Lage der betreffenden Fläche in zwei sich rechtwinklig kreuzenden Richtungen geprüft wird.

Auf walzenförmig gestalteten Flächen, deren Achsenlage man prüfen will, z. B. Wellen, Zapfen u. dergl. gewinnt man die richtige Stellung der Wage nur unter Anwendung grösserer Sorgfalt. Man kommt rascher und sicherer zum Ziele, wenn man die zum Aufsetzen dienende Sohle mit einer Furche versieht, in der Art, wie die Querschnittsfigur 79 erkennen lässt. *W* bezeichnet in derselben die Welle auf welche die Wage gestellt ist.



Fig. 79.

Nachdem mit Hilfe der Wasserwage und des Lotes die wagrechte und senkrechte Lage an irgend einem Orte im freien Raume festgestellt werden kann, ist es leicht jede beliebige Lage im Raume zu bestimmen. Man hat nur nötig die Aufsetzfläche in dem gewünschten Winkel zur Wasserwage zu legen, oder den fragl. Winkel an die Lotlinie zu fügen. So entsteht die Setzwage, indem man das Lot mit einem rechten Winkel verbindet, so wird die Wasserwage zur Prüfung auf die senkrechte Lage schicklich gemacht durch Anschluss eines rechten Winkels.

Man legt auch Lot wie Wasserwage an eine Schmiege mit Gradteilung, um die Lage einer Kante oder einer Fläche gegenüber dem zugehörigen Erdhalbmesser nach Graden ablesbar zu machen[1]). Fig. 80

[1]) Leupold, theatrum machinarum, Leipzig 1725 u. suppl. 1739.
Mitt. d. Gewerbev. f. Hann. 1853, S. 266 m. Abb.
D. p. J. 1854, **131**, 341 m. Abb.
D. R. P. No. 1782; D. R. P. No. 10261.
Centralbl. d. Bauverwaltung 1883, S. 337 m. Abb.

stellt ein derartiges handliches Gerät dar; es bedarf die Figur besonderer Erläuterung nicht.

Nicht selten verbindet man namentlich die Wasserwage mit einem Längenmassstab, einem Winkel oder dergl., welche in erster Linie den hier angegebenen Zwecken dienen, ja man legt die Wasserwage in den

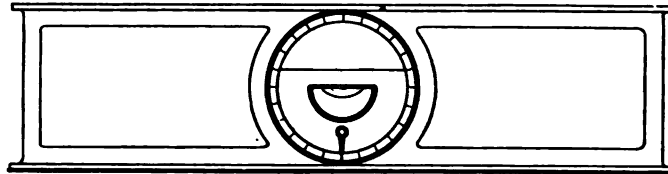


Fig. 80.

Griff eines Fuchsschwanzes; die Endfläche des Griffes bildet mit dem Rücken des Fuchsschwanzes einen rechten Anschlagwinkel und der Rücken des Fuchsschwanzes ist auch mit den Teilungen des Längenmasses versehen, so dass das Werkzeug viele Fähigkeiten in sich vereinigt, ohne Beeinträchtigung einer derselben durch die andere.

Wegen der Beeinflussung des Lotes [welches schon z. Z. des alten Roms eine der jetzt gebräuchlichen ähnliche Gestalt hatte [1])] durch Luftbewegungen ist dasselbe wie auch die Setzwage und andere Vereinigungen desselben mit Winkeln oder Schmiegen durch die Wasserwage fast verdrängt. Es behauptet seinen Platz namentlich in den Fällen, in welchen eine lange senkrechte Linie, als welche der Faden des Lotes erscheint, als Grundlage des Messens erwünscht ist, und nennenswerte Luftbewegungen ausgeschlossen sind [2]).

6. Messen der Gestalt.

Wenn man von denjenigen Verfahren, welche auf der Bestimmung der Längen, Dicken, Weiten u. s. w. und der Winksl beruhen, unbeachtet lässt, weil sie auf Grund des Vorhergegangenen ohne weiteres verständlich sind, so bleiben nur diejenigen Gestaltsmessungsverfahren noch zu besprechen, die ausschliesslich dem Vorzeichnen dienen. Sie werden deshalb besser gelegentlich der Erörterung des Vorzeichnens (s. w. u.) mit erledigt.

7. Messen der Zeit.

Als Grundlage der Zeitmessung kann man die Stunde betrachten, d. i. den 24. Teil der Zeit von Mittag zu Mittag, oder von Mitternacht zu Mitternacht. Die Stunde wird zerlegt in 60 Minuten (60'), jede

---

[1]) D. p. J. 1885, 255, 191 m. Abb.

[2]) Vergl. Gavforth's Lot für Markscheider: Z. d. V. d. J. 1881, S. m. Abb.

Minute in 60 Sekunden (60″) und, nötigenfalls jede Sekunde in 60 Terzien (60‴). Die Zeitdauer von Mittag zu Mittag, der sogenannte Sonnentag ist gewissen Wechseln unterworfen, weshalb man nach dem mittleren Sonnentag rechnet.

Von den Mitteln zum Messen der Zeit, nämlich den Sonnen-, Wasser-, Sanduhren und dem Pendel und seinen Abarten[1]) sind für gewerbliche Zwecke nur das Pendel und die ihm verwandte Unruhe in grösserem Gebrauch.

Zuweilen wird das einfache, sogenannte mathematische Pendel, d. i. ein an seinem unteren Ende mit einer Kugel belasteter, oben befestigter, möglichst biegsamer Faden, welcher in Schwingungen versetzt wird, zum Messen namentlich kleiner Zeiten benutzt. Man versteht unter der Länge l dieses Pendels den Abstand des Aufhängepunktes vom Schwerpunkt des Gewichtes. Bei kleinen Ausschlagwinkeln ist die Grösse der letzteren ohne merkbaren Einfluss auf die Schwingungsdauer; die letztere berechnet sich in diesem Falle zu:

$$z = \pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

wenn dieselbe durch z in Sekunden ausgedrückt wird und π das Verhältnis des Kreisumfanges zum Durchmesser (3,14159265 ......), l die Pendellänge in m und g die Beschleunigung beim freien Fall (für 50° Breite 9,81 m) bedeutet.

Die Pendellänge für die Schwingungsdauer z Sekunden ist:

$$l = \frac{z^2}{\pi^2} \cdot g$$

also z. B. die Länge des Sekundenpendels für 50° Breite:

$$l = 0{,}9938 \ m.$$

Ersetzt man den biegsamen Faden durch eine steife Stange, so kann man die Schwingungen des Pendels zum Auslösen einer Räderhemmung bezw. Einschieben einer andern Räderhemmung benutzen, sodass jede Schwingung einem angetriebenen Rade gestattet, sich um eine Zahnteilung zu drehen. Nach Umständen kann das Rad sich erst nach einer Doppelschwingung des Pendels um eine Zahnteilung drehen. Vermöge entsprechender Gestaltung der Radzähne, bezw. der Hemmungen, giebt das Hemmungs- oder Steigrad von der es antreibenden Arbeit so viel an das Pendel ab, wie letzteres durch Reibungswiderstände verliert. Hierauf beruht die Wirkung der Pendeluhren.

Die Schwingungen des Pendels werden durch dessen Masse und die Schwerkraft hervorgebracht. Wählt man als Gestalt der Masse einen Ring, dessen Mitte in der Schwingungsachse liegt, so kann die Schwerkraft nicht mehr wirksam sein; sie kann durch eine Feder ersetzt werden. Das Pendel ist zur Unruhe geworden und hat die vortreffliche Eigenschaft gewonnen nicht mehr an die senkrechte Schwingungsebene gebunden zu sein. Das ist die Grundlage der Unruhuhren. Im übrigen

[1]) Rühlmann, allgem. Maschinenlehre, 2. Aufl. Bd. 1.

wolle man über Uhren zum Messen der Zeit in unten verzeichnete Quelle nachlesen [1]).

Einige Beachtung verdient noch das Messen sehr kleiner Zeiten.

Für dasselbe ist vorgeschlagen [2]) zwei verschieden lange Pende nebeneinander zu hängen, um den Unterschied der Schwingungsdaue derselben als Zeitmass benutzen zu können. Die Anwendung dieses Ve fahrens dürfte erhebliche Schwierigkeiten bieten.

Rob. Sabine hat, um die Berührungsdauer beim Stosse elastische Körper zu bestimmen, folgende sinnreiche Einrichtung erdacht [3]). Ei sogenannter Kondensator wird mit einer gewissen Elektrizitätsmenge ge laden, derselbe mit einem Galvanometer in Verbindung gesetzt un durch Drücken eines Tasters der Stromkreis (Kondensator, Galvano meter, Taster) geschlossen, infolgedessen die Ablenkung des Spiegelgalvano meters im Verhältnis zur Ladung des Kondensators eintritt. Mit de Kondensator wird, durch den Stoss, während der Dauer der Berührung, e zweiter Stromkreis in Verbindung gebracht, dem ein bekannter Widersta eingeschaltet ist. Während der Dauer des Schlages fliesst durch dies zweiten Stromkreis aus dem mit der gleichen Elektrizitätsmenge abe mals geladenen Kondensator ein Teil derselben ab, d. h. es findet die Au gleichung eines Teiles der Potentialdifferenzen des Kondensators sta Wird hiernach der Taster gedrückt, so erfolgt eine geringere Ablenku des Galvanometers. Die beiden Galvanometerablenkungen gestatten Verbindung mit den Konstanten der Einrichtung die Berechnung d Zeit, während welcher die beiden zusammengestossenen Körper in Be rührung blieben. Nach der Quelle bestimmte Sabine auf diesem Weg die nur 0,000078 Sek. dauernde Berührung der Stossflächen.

8. Messen der Geschwindigkeit.

A. Einheiten.

Die Einheit der Geschwindigkeit ist im allgemeinen derjenige Weg, welcher in der Zeiteinheit (meistens die Sekunde) zurückgelegt wird.

Ändert sich die Geschwindigkeit nicht, so nennt man sie gleichförmig; finden Wechsel ihrer Grösse statt, so heisst sie veränderlich oder ungleichförmig. In letzterem Falle versteht man unter augenblicklicher Geschwindigkeit denjenigen Weg, welcher durchmesse werden würde, wenn sie sich während 1 Sekunde nicht änderte.

Unter mittlerer Geschwindigkeit versteht man diejenige gleich förmige Geschwindigkeit, welche erforderlich sein würde, um einen be stimmten Weg in derselben Zeit zurückzulegen, in welcher mittels un gleichförmiger Geschwindigkeit derselbe durchmessen wird.

Die Geschwindigkeit des Kreisens wird durch den Bogen bezeichnet

[1]) Vorige Quelle.
[2]) Dove, Mass u. Messen.
[3]) D. p. J. 1876, **222**, 499.
D. p. J. 1885, **257**, 261, m. Abb.
nach Engineering, 1876, **22**, 330, m. Abb.

welchen ein Halbmesser, der die Einheit zur Länge hat, in der Zeiteinheit (der Sekunde) beschreibt; sie heisst Winkelgeschwindigkeit. Eine Welle z. B. welche minutlich 60 Umdrehungen macht, hat die Winkelgeschwindigkeit 2 π, oder 2. 3,1415926 . .

Man spricht auch wohl von einer Drehgeschwindigkeit und versteht unter diesem Namen die Zahl der Drehungen, welche der betreffende Gegenstand minutlich ausführt.

In gewerblichen Betrieben kommt eine völlig gleichförmige Geschwindigkeit nicht vor. Meistens wird mit Durchschnittsgeschwindigkeiten gerechnet, oft aber Wert darauf gelegt, die Schwankungen der Geschwindigkeit oder doch die auftretenden grössten und kleinsten Werte derselben kennen zu lernen.

B. Verfahren und Werkzeuge.

a. Aus der Begriffsfeststellung folgt ohne weiteres das allgemeine Verfahren des Geschwindigkeitsmessens: Man misst den durchlaufenen Weg und teilt die gewonnene Zahl durch die Zahl der aufgewendeten Sekunden. Zur Erleichterung dieses Verfahrens werden Zählwerke benutzt. Der Weg, welchen irgend ein Punkt einer Flüssigkeit zurücklegt, ist unmittelbar nicht zu erkennen, weshalb man einen in der betreffenden Flüssigkeit schwimmenden Körper, welcher nur unter dem Einfluss der letzteren sich befindet, zur Beobachtung benutzt.

Ein in den Flüssigkeitsstrom gebrachtes Plättchen *a*, Fig. 81, welches nur winkelrecht zur Geschwindigkeit v der Flüssigkeit auszuweichen vermag, in dieser Richtung aber keine Widerstände findet, wird mit der Geschwindigkeit $w = v \cdot tg\,\alpha$ verschoben. Wird w gemessen, so lässt sich v ohne Schwierigkeit bestimmen aus:

$$v = \frac{w}{tg\,\alpha}.$$

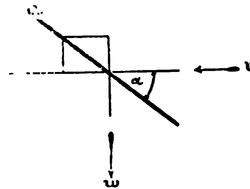


Fig. 81.

Auf dieser Grundlage ist der Woltmann'sche Flügel angeordnet, welchen Fig. 82 versinnlicht. An einem Wellchen *a* sind schräge, oder besser schraubenförmige Flügel *b* befestigt, welche man der Einwirkung des Flüssigkeitsstromes aussetzt. Jede Umdrehung des Wellchens entspricht, solange man annehmen kann, dass die Drehung ohne Widerstände erfolgt und die Stromrichtung mit der Achsenrichtung des Rädchens zusammenfällt, einem bestimmten Weg der Flüssigkeit; man darf somit aus der Zahl der Drehungen auf den Weg der Flüssigkeit schliessen, welcher sodann mit der aufgewendeten Zeit zu vergleichen ist. Zählwerke dienen zur Feststellung der Drehungszahl und Ausrückvorrichtungen erleichtern das Vergleichen mit der aufgewendeten Zeit.

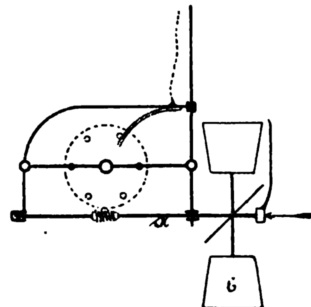


Fig. 82.

In Wirklichkeit hat das Flügelrädchen die Widerständ winden, welche die Reibung seiner Zapfen und des Zählwerkes man drückt daher den Weg der Flüssigkeit durch die Gleich

$$W = A + B \cdot n + C \cdot n^2 + \ldots.$$

aus, in welcher A, B u. C u. s. w. feste Zahlen bedeuten, der Eigenart des Messgerätes abhängen und n die Zahl der w Versuchs stattgehabten Flügeldrehungen bezeichnet. In der Re nur die beiden ersten Glieder der rechten Seite dieser Gleichu

Beschreibungen und Erörterungen verschieden eingerichte mann'scher Flügel findet man in den unten angezogenen Q

Die vorstehend beschriebenen Messverfahren können nu stimmung durchschnittlicher Geschwindigkeit dienen. Um di Grösse der Geschwindigkeit in den einzelnen Zeitpunkten zu bedient man sich folgender Mittel:

b. Die Geschwindigkeit der Eisenbahnzüge beobachtet m man einen Papierstreifen durch ein Uhrwerk gleichförmig f und durch einen Schreibstift, der mit einer Messmaschine in steht, je einen Punkt auftragen lässt, sobald der Zug 100 *m* andere bestimmte Wegeslänge zurückgelegt hat.

Noch genauer sind die Geschwindigkeitsverschiedenheit kennen, wenn auf das gleichförmig bewegte Papier der mit den Körper in geeigneter Weise verbundene Schreibstift die Gesch stetig verzeichnet. Die entstehende Schaulinie erlaubt volles der stattgehabten Geschwindigkeiten. [2])

Sehr beachtenswert ist das von Smreker vorgeschlagene die wechselnde Winkelgeschwindigkeit zu messen. [3])

c. Die Winkelgeschwindigkeit ist einfacher genau zu b Ein Kegelpendel, dessen Kugeln gezwungen werden, sich eben drehen wie die Welle, deren Winkelgeschwindigkeit man besti liefert in seinem Ausschlagwinkel α, Fig. 83, ohne weiteres derselben. Bezeichnet m die Kugel, g die bekannte Zahl 9,81 Winkelgeschwindigkeit, so befind Pendel in der Gleichgewichtsla

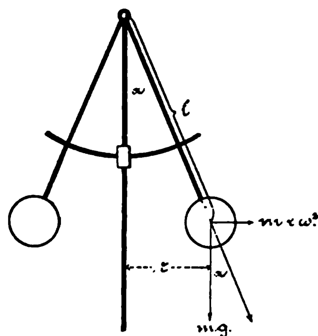


Fig. 83.

$$tg\alpha = \frac{m \cdot r \cdot \omega^2}{m \cdot g}$$

ist. r lässt sich durch $l \cdot \sin\alpha$ a man gewinnt sodann aus vo Gleichung:

$$\omega^2 = \frac{g}{l \sin\alpha} \cdot tg\alpha = \frac{g}{l} \cdot c$$

Behufs bequemen Ablesens durch die Pendelarme eine Büc

[1]) Für Wasser: D. p. J. 1873, **208**, 168; 1877, **224**, 47 m. Abl
Für Luft: Wochenschr. d. V. d. I. 1879, S. 441; Z. d. V. d. I. 1

[2]) Vergl. auch: Z. d. V. d. I. 1867, S. 69 m. Abb.

[3]) Z. d. V. d. I. 1884, S. 906 m. Abb.

hse sich verschieben lassen, deren Lage selbst die Geschwindig-
kennen lässt, oder die mit einem Zeigerwerk in Verbindung steht[1]).
raun's Winkelgeschwindigkeitsmesser[2]) beruht auf demselben
edanken, löst aber die Aufgabe einfacher. Eine Röhre, welche
eizack ähnlich sieht, Fig. 84, ist mit einer be-
en Flüssigkeitsmenge gefüllt. Sie wird um ihre
gedreht, wodurch die Flüssigkeit gezwungen wird
Schenkeln des Dreizacks emporzusteigen, während
egel in der Mittelröhre sinkt. Legt man in das
er Röhre einen farbigen Streifen, wie jetzt bei
standsgläsern gebräuchlich ist, so ist unschwer
schwindigkeit an einer passend angebrachten
ter ohne weiteres abzulesen. Andere hierher
e Geschwindigkeitsmesser findet man in den
[3]) verzeichnet.



Fig. 84.

Die Stosswirkung bewegter Körper hängt von
schwindigkeit derselben ab und wird deshalb
essen der letzteren benutzt. Für gewerbliche Zwecke ist dieses
ren nur in seiner Anwendung auf Flüssigkeiten von Bedeutung.
er Stoss gegen eine hohle Fläche ist unter sonst gleichen Um-
weit grösser als derjenige gegen eine gewölbte. Wenn man
halbkugelförmige Schalen so an die Enden eines drehbaren Arm-
befestigt, dass die Randebenen derselben durch die Achse des
euzes gehen und die Öffnungen nach gleicher Drehrichtung ange-
sind, so dreht ein Flüssigkeitsstrom das entstandene Löffelrädchen.
nson's[4]) Windgeschwindigkeitsmesser ist hiernach eingerichtet.
Man nimmt an, dass der Druck (P), welchen ein Flüssigkeitsstrom,
Querschnitt von einer ihm entgegengesetzten festen Fläche nur
Teil ausgefüllt wird, auf diese Fläche ausübt, ebenmässig mit der
der Fläche (F) und mit dem Quadrat der Geschwindigkeit (v)
t, obgleich das keineswegs genau der Fall ist. Ausserdem steht
ruck in geradem Verhältnis zur Dichte (γ) der Flüssigkeit. Hier-
ist $P = A \cdot \gamma \cdot F \cdot v^2$ oder

$$v = \sqrt{\frac{P}{A \cdot \gamma F}}$$

noch A eine, von den sonstigen Umständen abhängige, feste
fer bezeichnet.

r Druck P wird, indem man die von der bewegten Flüssigkeit
Fläche mit einem Wagbalken in irgend einer geeigneten Art

---

g. The Engineer, Aug. 1882, S. 127 m. Abb.
P. No. 11 264; D. p. J. 1884, 252, 450 m. Abb.
D. p. J. 1875, 215, 97 m. Abb.
D. p. J. 1877, 225, 244 m. Abb.
D. p. J. 1880, 235, 336 m. Abb.
D. p. J. 1883, 250, 347 m. Abb.
230, 408 m. Abb.

in Verbindung setzt, gewogen und hiernach die Geschwindigkeit *v* rechnet. Da jedoch die Grundlagen des Verfahrens, wie bereits an deutet, nicht ganz richtig sind, so ist gebräuchlich, die Geschwindig an einem Gradbogen abzulesen — dem gegenüber ein an dem W balken angebrachter Zeiger spielt — dessen Teilung durch Versuche wonnen ist.[1]) Ist die von der stossenden Flüssigkeit getroffene Fli schräg gegen die Bewegungsrichtung der ersteren gelegt und mit e drehbaren Achse verbunden, die in der fragl. Bewegungsrichtung li so versucht der Flüssigkeitsdruck eine Drehung der Achse, wel durch Gewichte oder Federn entgegengetreten werden kann und z so, dass das Mass der thatsächlich eintretenden Drehung, welche einem Gradbogen abgelesen wird, die Grösse der Geschwindigkeit drückt.[2])

e. Es ist nicht unbedingt erforderlich, dass die von dem Strom Flüssigkeit getroffene Fläche aus festem Stoff besteht, sie kann v mehr aus der betreffenden Flüssigkeit selbst bestehen. Die sogenan Pitot'sche Röhre[3]) bildet ein hierher gehöriges Beispiel. Zwei se rechte Röhren sind nebeneinander in das im wesentlichen wagre fliessende Wasser getaucht; die eine ist einfach unten wie oben offen, andere dagegen unten winkelrecht gebogen, zugespitzt und gegen Strom gerichtet. Infolge des Stosses, welchen das gegen die Sp fliessende Wasser ausübt, steigt dasselbe in letzterer Röhre höher als ersterer, und der Abstand der Flüssigkeitsspiegel beider Röhren bri die Grösse der Geschwindigkeit zum Ausdruck. Behufs bequemeren lesens kann man die oberen Enden der Röhren, vielleicht durch Gum schläuche, mit Glasröhren verbinden, deren obere Enden miteinar verbunden sind, und hierauf so viel Luft aus der oberen Verbindu röhre saugen, als erforderlich ist, um die Wasserspiegel in das Gesic feld zu heben.[4])

Einige Angaben über Geschwindigkeiten[5]) *m*, sekundl

0,010 mittlere Geschwindigkeit, mit welcher das Abbrennen der B ford'schen Zündschnur erfolgt.

0,015 Schnittgeschwindigkeit beim Abdrehen der Hartgusswalzen.

0,015 mittlere Umfangsgeschwindigkeit der Walzen bei Blech- Schienenbiegmaschinen.

---

[1]) Älteres: Rühlmann, Hydromechanik, 2. Aufl., Braunschweig 1 S. 367 m. Abb.
E. Rosenkranz u. H. Tromp, D. R. P. No. 6449, D. p. J. 1880, 349 m. Abb.
Fuess, Z. d. V. d. I. 1883, S. 693 m. Abb.
Rösicke, D. R. P. No. 25320.

[2]) Wolpert, Zeitschr. d. bayerischen Arch. und Ingenieurvereins 1 Heft 2 u. 3, m. Abb.
Recknagel, Fuess, Z. d. V. d. I. 1883, S. 693 m. Abb.

[3]) Rühlmann, Hydromechanik, 2. Aufl. 1880, S. 367.

[4]) Robinson, The polytechnic Review, Jan. 1878, S. 7 m. Abb.

[5]) Grösstenteils nach Hartig, Tafel der sekundlichen Umfangsgesch digkeiten, berechnet aus Durchmesser und Umlaufzahl, Weimar 1873.

0,018 mittlere Geschwindigkeit des Stempels, bezw. Scherblattes bei Lochmaschinen bezw. Blechscheren.
0,025 Umfangsgeschwindigkeit der Speisewalzen der Baumwoll-Öffner und Schlagmaschinen.
0,030 mittlere Umfangsgeschwindigkeit der Gewindebohrer und Backen bei Gewindeschneidmaschinen.
0,030 mittlere Schnittgeschwindigkeit beim Hobeln des Hartgusses.
0,040 mittlere Stoffgeschwindigkeit der Tuchschermaschine.
0,040 mittlere Stoffgeschwindigkeit bei Zwirnmaschinen für Streichgarn.
0,050 mittlere Schnittgeschwindigkeit beim Abdrehen und Ausbohren des Stahles.
0,060 Umfangsgeschwindigkeit der trommelförmigen Hadernkocher (Papierverfert.).
0,064 mittlere Stoffgeschwindigkeit der Zwirnmaschinen für Seide.
0,070 grösste Wassergeschwindigkeit, bei welcher in Flüssen abgelagerter Schlamm und feiner Sand (bis $^1/_2$ *mm* Korngrösse bei Quarz) noch nicht weggeführt wird (Telford, Rittinger).
0,075 Geschwindigkeit der Papiermaschinenform bei Herstellung starken Kartenpapiers (Püschel).
0,08 mittlere Stoffgeschwindigkeit der Tuchrauhmaschinen.
0,10 Umfangsgeschwindigkeit der Walzen bei Blechspannmaschinen.
0,10 mittlere Geschwindigkeit der endlosen Spannkette bei Tuchtrockenmaschinen (Semper).
0,10 mittlere Schnittgeschwindigkeit beim Hobeln des Stahles.
0,10 Geschwindigkeit des aufsteigenden Wasserstromes in welchem eckige Quarzkörner von 1 *mm* Korngrösse in fallender Schwebe erhalten werden (Rittinger).
0,11 mittlere Schnittgeschwindigkeit beim Abdrehen und Ausbohren des Schmiedeeisens und Gusseisens.
0,13 mittlere Stoffgeschwindigkeit bei Tuchbürstmaschinen.
0,14 Stoffgeschwindigkeit der Ketten-, Leim- und Schermaschinen für Streichgarn.
0,14 Geschwindigkeit des aufsteigenden Wasserstromes, in welchem eckige Quarzkörner von 2 *mm* Korngrösse in fallender Schwebe erhalten werden (Rittinger).
0,15 mittlere Schnittgeschwindigkeit beim Hobeln des Schmiedeeisens und Gusseisens und Abdrehen, sowie Ausbohren der Bronze.
0,15 grösste Wassergeschwindigkeit, welche in Flüssen abgelagerter fetter Thon erträgt ohne abgeführt zu werden (Telford).
0,19 Geschwindigkeit des aufsteigenden Wasserstromes, in welchem eckige Quarzkörner von 4 *mm* Korngrösse in fallender Schwebe erhalten werden.
0,20 Ziehgeschwindigkeit des stärksten Eisendrahtes.
0,21 Umfangsgeschwindigkeit der Papierwalze in den Glandern der Papierfabriken (Püschel).
0,24 zweckmässige Geschwindigkeit der Eimerketten bei Flussbaggern.

0,30 Umfangsgeschwindigkeit hölzerner Arbeitsstücke beim Drehen mit dem Handstahl.
0,30 mittlere Umfangsgeschwindigkeit der Radenausleser.
0,33 zweckmässige Stoffgeschwindigkeit bei Dampftrockenmaschinen für Baumwollgewebe.
0,35 mittlere Umfangsgeschwindigkeit der Metallfräser.
0,35 Geschwindigkeit der Papiermaschinenform bei Herstellung dünnen Schreibpapiers (Püschel).
0,40 mittlere Wassergeschwindigkeit in den Ober- und Untergräben der Wasserräder.
0,60 zweckmässige Geschwindigkeit des im Göpel gehenden Ochsen.
0,63 grösste Wassergeschwindigkeit in Flüssen, bei welcher abgelagerter Grand (Korngrösse 10 *mm*, Quarz, kuglich) noch nicht in Bewegung gesetzt wird.
0,67 oberste Grenze für die Webschützengeschwindigkeit bei seidenem Schuss.
0,75 zweckmässige Geschwindigkeit der Hechelstäbe in Flachshechelmaschinen.
0,75 mittlere Umfangsgeschwindigkeit der Walzen in Glandern der Zurichtereien für Gewebe.
0,75 zweckmässige Geschwindigkeit der von Menschen gedrehten Kurbelgriffe.
0,80 zweckmässige Bechergeschwindigkeit der Becherwerke für Getreide, Schrot u. dergl.
0,80 zweckmässige Umfangsgeschwindigkeit der Quetschwalzen für Erze, Gesteine und Ölfrüchte.
0,80 zweckmässige Geschwindigkeit der Schneidwalzen und Kreisscheren.
0,80 zweckmässige Geschwindigkeit des im Göpel gehenden Esels.
0,82 oberste Umfangsgeschwindigkeitsgrenze der Trommelsiebe bei Aufbereitung der Erze (Rittinger).
0,90 zweckmässige Geschwindigkeit des im Göpel gehenden Pferdes.
0,92 grösste Wassergeschwindigkeit, bei welcher in Flüssen abgerundete Kieselsteine (von 20 *mm* Dicke) noch nicht in Bewegung gesetzt werden (Telford, Rittinger).
0,95 mittlere Fahrgeschwindigkeit bei Fahrkünsten.
1,00 Geschwindigkeit der Luft bei „kaum merklichem Wind“.
1,00 vorteilhafte Geschwindigkeit des Wassers in den Saug- und Druckröhren einfach wirkender Kolbenpumpen.
1,00 durchschnittliche Stoffgeschwindigkeit bei Gassengmaschinen.
1,00 Umfangsgeschwindigkeit der prismatischen Getreide- und Mehlsiebe.
1,10 zweckmässige Stoffgeschwindigkeit in Tuchwaschmaschinen und Pressprich-Wiede'schen Walzenwalken.
1,22 grösste Wassergeschwindigkeit, bei welcher in Flüssen eckige Kieselsteine noch nicht in Bewegung gesetzt werden (Telford).
1,30 Umfangsgeschwindigkeit der Presswalzen bei Wolltrockenmaschinen.
1,30 Ziehgeschwindigkeit für feine Drähte.
1,32 vorschriftmässige Marschgeschwindigkeit der deutschen Fusssoldaten

(108 Schritte minutlich und 0,732 *m* Schrittlänge) unter Voraussetzung vollen Gepäcks (20 *kg*).
1,33 grösste Webschützengeschwindigkeit bei Leinengarn.
1,50 mittlere Gesshwindigkeit eines unbelasteten Fussgängers auf wagrechter Bahn.
1,50 zweckmässige Umfangsgeschwindigkeit der Grobwalzen und Schienenwalzen.
1,53 grösste Wassergeschwindigkeit in Flüssen, bei welcher Geröllfelsstücke und Schiefer noch nicht in Bewegung gesetzt werden.
1,60 zweckmässige Wassergeschwindigkeit in den Saug- und Druckröhren doppeltwirkender Pumpen.
1,67 oberste Grenze für die Webschützengeschwindigkeit bei Streichgarn.
1,70 mittlere Umfangsgeschwindigkeit der Walzen für Eisenblech.
1,80 zweckmässige Fahrgeschwindigkeit der Kettendampfer in totem Wasser.
2,00 Luftgeschwindigkeit bei „mässigem Wind“.
2,20 zweckmässige mittlere Geschwindigkeit der Schermesser bei Getreidemähmaschinen (Perels).
2,30 zweckmässige Stoffgeschwindigkeit in Walzenwalken.
2,44 oberste Grenze für die Geschwindigkeit, mit welcher leichter Hafer, Kleie, Mehl u. s. w. mittels endlosen Bandes fortgetragen werden dürfen, ohne von der Luft zerstreut zu werden.
2,50 mittlere Schnittgeschwindigkeit der Gattersägen.
2,50 zweckmässige Umfangsgeschwindigkeit der Feinwalzen.
2,50 oberste Grenze für die Webschützengeschwindigkeit bei Kammgarn.
2,54 oberste Grenze der Einfahrgeschwindigkeit der Förderschalen in Schächten bei Menschenförderung (bergamtliche Vorschrift in Sachsen).
2,75 oberste Grenze für die Geschwindigkeit der Tragbänder für schwere, reine Körnerfrüchte in der Luft.
3,00 grösste Umfangsgeschwindigkeit der Drahtwalzen.
3,00 mittlere Umfangsgeschwindigkeit der Getreide- und Mehlwalzen.
3,00 Umfangsgeschwindigkeit der Messerwalzen bei Klettenwölfen.
3,33 oberste Grenze der Schützengeschwindigkeit bei Baumwollgarn.
3,36 gegensätzliche Geschwindigkeit zwischen kreisendem Schermesser und Tuch bei Langschermaschinen.
3,50 mittlere Schnittgeschwindigkeit der Schnitzelmaschine.
3,50 zweckmässige mittlere Geschwindigkeit des Leuchtgases in den Leitungsröhren.
3,68 oberste Grenze für die Ausfahrgeschwindigkeit der Förderschalen in Schächten bei Menschenförderung (bergamtl. Vorschr. i. Sachsen).
3,75 gegensätzliche Geschwindigkeit zwischen Tuch und Rauhtrommel bei Tuchrauhmaschinen.
4,00 Geschwindigkeit der Luft bei „frischem Wind“.
4,00 Schnittgeschwindigkeit der Farbholzraspelmesser.
4,00 grösste vorkommende Umfangsgeschwindigkeit der Holzbohrer.
4,00 mittlere Fahrgeschwindigkeit der Flussdampfer in totem Wasser.

4,50 zweckmässige Umfangsgeschwindigkeit der Zackentromm Taylor'schen Öffner für Baumwolle.
4,50 mittlere Schnittgeschwindigkeit beim Fräsen hölzerner R
4,75 gegensätzliche Geschwindigkeit zwischen Tuch und Bürs umfang bei Bürstmaschinen.
5,00 mittlere Fahrgeschwindigkeit der Seedampfer.
5,00 Umfangsgeschwindigkeit hölzerner Arbeitsstücke beim Abdre am Schlitten befestigten Werkzeug.
5,10 mittlere Trommelumfangsgeschwindigkeit bei Vorspinnk für Schafwolle.
5,60 mittlere Trommelumfangsgeschwindigkeit bei Reiss- u. Pelzk der Streichwolle.
6,50 sehr günstige Luftgeschwindigkeit für den Windmühlenbe
7,00 mittlere Umfangsgeschwindigkeit der Holländerwalzen (Papi
7,43 zweckmässige Schnittgeschwindigkeit der Hadernschneidmes pierzeug).
8,00 zweckmässige Umfangsgeschwindigkeit der Trommel bei Ba krempeln.
8,40 mittlere Flügelgeschwindigkeit der Schleudersichtmaschine
8,50 zweckmässige Umfangsgeschwindigkeit der Schleifsteine für E
9,00 Geschwindigkeit der Luft bei „gutem Seewind".
10,00 grösste ratsame Umfangsgeschwindigkeit der Mühlsteine.
10,00 zweckmässige Umfangsgeschwindigkeit feinkörniger Schl und mittlere Umfangsgeschwindigkeit der grossen Schleifs Maschinenfabriken.
10,00 zweckmässige Gebläsewind-Geschwindigkeit in Leitungen.
12,5 oberste Grenze der Fahrgeschwindigkeit der Güterzüge auf d Eisenbahnen.
13,5 zweckmässige Trommelumfangsgeschwindigkeit bei Wergk
15,0 mittlere Trommelumfangsgeschwindigkeit bei den Ölwöl Streichwolle.
15,0 zweckmässige Umfangsgeschwindigkeit der zum Schlicht Polieren dienenden Schmirgelscheiben.
15,0 mittlere Geschwindigkeit der Bandsägenblätter.
15,0 Geschwindigkeit der Luft bei „sehr starkem Wind".
18,0 zweckmässige Schnittgeschwindigkeit der Messerköpfe für arbeitung.
18,0 mittlere Fluggeschwindigkeit der Brieftaube (Prechtl).
20,8 oberste Grenze der Fahrgeschwindigkeit der Personenz deutschen Eisenbahnen.
25,0 oberste Grenze der Fahrgeschwindigkeit der schnellsten Z deutschen Eisenbahnen.
25,0 grösste Umfangsgeschwindigkeit der Fabrikschleifsteine züglicher Festigkeit derselben.
25,0 zweckmässige Treibseilgeschwindigkeit der Laufkrähne.
27,0 zweckmässige Umfangsgeschwindigkeit der Schmirgelschei Sägenschärfmaschinen.

30,0	Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Erregung in den menschlichen Empfindungs- und Bewegungsnerven (Preyer).
35,0	grösste Umfangsgeschwindigkeit der Schlagflügel für Baumwolle.
35,0	mittlere Fluggeschwindigkeit der Schwalbe (Sonnet).
37,0	mittlere Fluggeschwindigkeit des Adlers (Simmler).
40,0	zweckmässige mittlere Umfangsgeschwindigkeit der Kreissägen.
40,0	zweckmässige Umfangsgeschwindigkeit der Schleudermühlenschläger für Erze und andere spröde Stoffe.
50,0	zweckmässige Umfangsgeschwindigkeit der Schleudermaschinen für Gewebe.
55,0	grösste Schnittgeschwindigkeit der Kartoffelreiben.
60,0	Umfangsgeschwindigkeit der Körbe in Stiftenschleudermühlen.
65,0	grösste Umfangsgeschwindigkeit der Holzkreissägen.
75,0	zweckmässige Umfangsgeschwindigkeit der Trommeln der Lumpenwölfe (Kunstwollverfert.).
150,0	grösste gegensätzliche Geschwindigkeit der Stifte in Schleudermühlen für Getreide u. dergl.
332,77	Schallgeschwindigkeit in freier trockner Luft bei 0° (Schröder v. d. Kolk, 1865, Poggend. Ann. **124**, S. 435).
11690000	Fortpflanzungsgeschwindigkeit voltaischer Ströme nach den 1871 von Plantamour und Hirsch in den Leitungen Zürich-Rigi, Rigi-Neuenburg, Zürich-Neuenburg angestellten Versuchen.
18400000	Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Induktionsströme in Telegraphenleitungen, nach den 1864 von Plantamour und Hirsch in der Leitung Genf-Neuenburg angestellten Versuche.
298100000	Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes (Foucault 1862, Poggend. Ann. **118**, S. 485, 589).
463500000	Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Entladungsstromes einer Leidener Flasche in einem Kupferdraht von 1,7 *mm* Dicke (Wheatstone, Poggend. Ann. **34**, S. 464).

9. Messen des Gewichts und der Kraft.

A. Einheiten.

Diejenige Kraft, mit welcher 1 *cbcm* reines Wasser im Zustande grösster Dichte (+ 4° *C*) von der Erde angezogen wird, d. i. das Gewicht dieser Wassermenge gilt als Einheit und heisst Gramm (*gr*)[1] 1000 *gr* sind = 1 Kilogramm (*kg*) und 1000 *kg* = 1 Tonne (*t*); als Untereinheit kommt auch das Milligramm (*mgr*) = $\frac{1}{1000}$ *gr* vor.

Das englische, auch in den Vereinigten Staaten von Nordamerika gebräuchliche Pfund (avoir du poids) ist = 453,598 *gr*, die Tonne = 20

[1]) Nach Kupffer und Miller wiegt 1 *cbcm* solchen Wassers in Wirklichkeit 1,000,018 *gr*.

Zentner = 2240 Pfund = 1016,06 *kg*. Edle Metalle, Münzen und Arzneien werden nach dem Troy-Gewicht, dessen Pfund nur = 373,246 *gr* ist, gewogen.

Das russische Pfund ist = 409,531 *gr*; 1 Pud hat 40 Pfund, 1 Berkowitz (Schiffspfund) 10 Pud oder 400 Pfund.

B. Mittel und Verfahren zum Messen des Gewichts, bezw. der Kraft.

Da die Einheit der Kraft von der Anziehung der Erde auf eine Masse, oder dem Gewicht der letzteren entnommen ist, so ist naturgemäss das Messen derselben durch Gewichte oder Gewichtsstücke zu bewirken, die in bestimmtem Grade von der Erde angezogen werden. Diese Gewichtsstücke werden, der grösseren Dauerhaftigkeit halber, aus Metall gefertigt, obrigkeitlich auf ihre Grösse geprüft, nach Umständen berichtigt, geaicht, und zur Bekundung dessen mit einem unter gesetzlichem Schutz stehenden Zeichen versehen.

Die Kraft, mit welcher die Erde eine Masse anzieht, hängt ab von der Dichte der Erde und da diese nicht gleichartig ist, so muss diese Kraft an der einen Stelle der Erdoberfläche eine andere sein als an einem zweiten Fleck der Erde. Demgemäss ist die auf eine bestimmte Masse einwirkende Anziehungskraft der Erde kein zutreffendes Mass für die Kraft; sie kann, genau genommen, nur als Anhalt dienen für das Gewicht der Körper, d. h. die Kraft, mit welcher Körper von der Erde angezogen werden. Die auftretenden Verschiedenheiten sind jedoch geringfügig genug, um sie vernachlässigen zu können.

Man kann auch die Kraft messen, indem man ihre Wirkung bestimmt. In dieser Beziehung ist die Umgestaltung eines federnden Körpers, insbesondere die Durchbiegung einer metallnen Feder zu nennen. Innerhalb gewisser Grenzen steht die Durchbiegung einer Feder im geraden Verhältnis zum Druck. Heisst dieser Druck P, das Mass der Durchbiegung δ und bezeichnet A eine Wertziffer, welche von der Gestalt, den Abmessungen der Feder und dem Stoff, aus welchem sie besteht, abhängig ist, sich also mit δ oder P nicht ändert, so herrscht die einfache Beziehung:

$$\delta = A \,.\, P, \text{ oder auch } P = \frac{\delta}{A}.$$

Hierin liegt der hohe Wert des Verfahrens mittels einer Feder die Kraft oder das Gewicht eines Körpers zu messen: Während im allgemeinen ein Gewichtsstück nur zur Bestimmung eines gleich schweren Gewichtes dienen kann, ist eine Feder, sobald man ihre Wertziffer A kennt, innerhalb der für sie geltenden Grenzen im stande jedes Gewicht bezw. jede Kraft durch das Mass ihrer Durchbiegung anzugeben. Leider verändert sich die Grösse der Wertziffer bei Benutzung der Feder in von vornherein nicht zu bestimmender Weise; man muss deshalb von Zeit zu Zeit die Feder mittels genauer Gewichte prüfen und nach Umständen die Werthziffer A berichtigen.

C. Werkzeuge.

a. Gewichtswagen.

Um das Gewicht eines Körpers zu bestimmen, hängt man denselben an das eine Ende eines doppelarmigen Hebels, des Wagbalkens, und an das andere Ende die Mustergewichte. Das geschieht meistens unter Benutzung der Wagschalen.

Die Aufhängung der Wagschalen an den Wagbalken einerseits, wie die Stützung des Wagbalkens andererseits erfolgt mittels möglichst harter Kanten oder Schneiden und Pfannen (Fig. 85) oder, nach Weber's Vorschlag [1]) mittels dünner Stahlbänder, teils um die Länge der thätigen Hebelarme möglichst genau messen, bezw. herstellen zu können, teils um das Spiel der Wage durch Reibungswiderstände möglichst wenig stören zu lassen. Würden die Achsen, um welche die Drehung des Wagbalkens gegenüber seiner Stützung bezw. gegenüber den Wagschalen stattfindet, in einer Ebene liegen, so würde der Wag-

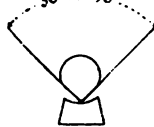


Fig. 85.

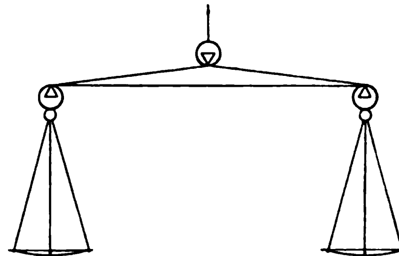


Fig. 86.

balken in jeder Lage im Gleichgewicht sein, sobald man denselben beiderseitig gleich belastete, er würde aber bei der geringsten Mehrbelastung der einen Seite sich in erheblichem Masse schräg legen oder umkippen. Deshalb legt man die, den Wagbalken stützende Achse höher als die Achsen, an welchen die Wagschalen händen, sodass der emporschnellende Arm des Wagbalkens zunächst an wirksamer Länge zunimmt, während die wirksame Länge des sinkenden Armes abnimmt (vergl. Fig. 86). Geringe Ungleichheiten der Lasten machen sich sonach durch bestimmte Schräglage des Wagbalkens, den Ausschlag desselben geltend und können an der Grösse desselben, vielleicht durch Beobachtung eines, über einem Gradbogen spielenden Zeigers erkannt und auch gemessen werden. Je grösser die Überhöhung der aufgehängten Achse ist, um so mehr leidet die Feinfühligkeit der Wage; je geringer jene ist, um so längere Zeit geht vorüber, bevor das Spiel des Wagbalkens aufhört.

Um mittels kleiner, handlicher Gewichte grosse Lasten zu wägen, werden die beiden Arme des Wagbalkens verschieden lang gemacht, auch wohl Hebel eingeschaltet, welche gleichzeitig die Benutzung der Wage erleichtern. Von ersterer Eigenschaft ausgehend, nennt man die betreffenden Wagen Decimal-, Zentesimal- u. s. w. Wagen, je nachdem die Ge-

[1]) Z. d. V. d. I. 1884, S. 619, m. Abb.

wichtsstücke $^1/_{10}$, $^1/_{100}$ u. s. w. des zu Wägenden betragen; in Rücksicht auf letztere Anordnung Brückenwagen, Tafelwagen u. s. w. Einzelheiten wie Gesamtanordnungen wolle man aus unten verzeichneten Quellen entnehmen [1]).

Macht man den Kantenwinkel der Schneiden ziemlich scharf, oder benutzt man für die Aufhängung runde Zapfen, so kann der Ausschlag des Wagbalkens in grösserem Umfange zum Ablesen der Gewichtsgrösse benutzt werden, was z. B. bei den Garnwagen, Briefwagen u. s. w. geschieht. Fig. 87 versinnlicht eine gewöhnliche Garnwage. Das Gewicht ist in den Wagbalken selbst gelegt. Die Einteilung des Gradbogens findet am besten statt, indem man bekannte Gewichte an den Wagbalken hängt und die zugehörige Zeigerstellung vermerkt.[2]) Bei Benutzung der Wage muss sie genau dieselbe Lage haben, welche sie bei Aufzeichnung der Zeigerstellungen einnahm; deshalb ruht das Gestell der Wage auf einstellbaren Schrauben und ist dasselbe mit einem Lot versehen, um nach diesem die Einstellung bewirken zu können.

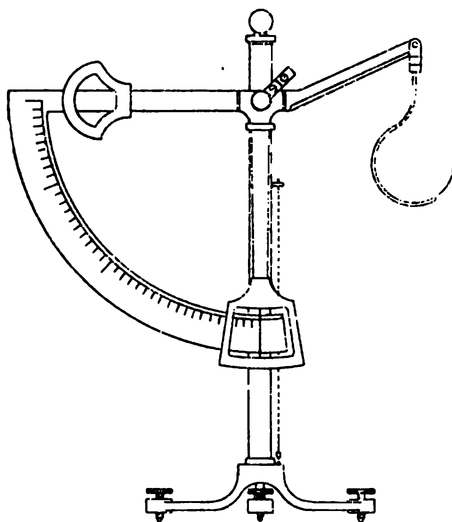


Fig. 87.

Wenn, wie gewöhnlich, Garnsträhne gleicher Länge gewogen werden, so können die Markpunkte des Gradbogens ohne weiteres mit den zugehörigen Garnnummern (s. w. o.) versehen, diese also sofort abgelesen werden.

Wegen der Zapfenreibung beziehungsweise der zeitweise schiefen Lage der Schneiden sind derartige Wagen zu feinen Messungen im allgemeinen unbrauchbar; man kann den ihnen innewohnenden Vorzug der raschen und bequemen Arbeit sonach nur in bestimmten Fällen benutzen.[3])

Das beschwerliche Auflegen und Abheben der Gewichtsstücke, welches bei Benutzung der gewöhnlichen Balkenwage unentbehrlich ist, kann man

[1]) Brauer, die Konstruktion der Wage, Weimar 1880.
Ältere Litteratur: Karsten, Einleitung in die Physik, Leipzig 1869, S. 574—602.

[2]) Vergl. übrigens D. p. J. 1884, **251**, 396 m. Abb.

[3]) Vergl. Saladin's Garnwage, D. p. J. 1872, **205**, 71; 1878, **230**, 129 m. Abb.
Dürfeld's Goldmünzen und Briefwage: D. R. P. No. 1230; D. p. J. 1878, **230**, 408 m. Abb.
Müller: D. R. P. No. 4608, D. p. J. 1879, **233**, 371 m. Abb.
Kadow: D. R. P. No. 23046, D. p. J. 1884, **251**, 114 m. Abb.

sich sparen, wenn man die Gewichtsstücke selbstthätig einzeln nacheinander aufnehmen lässt[1]); es wird alsdann das zu bestimmende Gewicht ebenfalls nach dem Ausschlag des Wagbalkens an einem Gradbogen abgelesen. Auch diese Wage erfordert einen ziemlich grossen Ausschlag des Wagbalkens und ist deshalb weniger genau, als die gewöhnliche Balkenwage.

Durch Änderung des Hebelverhältnisses des Wagbalkens wird die Möglichkeit gegeben, mit einem Gewichtsstück sehr verschiedene Grössen zu wägen, und zwar ohne einen grösseren Ausschlag des Wagebalkens zu benutzen, wie derjenige einer gewöhnlichen Balkenwage ist. Man nennt derartige Wagen Schnellwagen oder auch römische Wagen. Die Länge desjenigen Armes, an welchem das zu Wägende, bezw. die für dasselbe bestimmte Wagschale hängt, ist meistens unveränderlich; dagegen greift das einzige Mustergewicht an sehr verschiedene Armlängen. Das wird auf folgenden Wegen erreicht. Man teilt den Gewichtsarm — durch Versuche — so ein, dass die Teilstriche die Stellen bezeichnen, an welchen das Mustergewicht, auch Laufgewicht genannt, gehängt werden muss, um die gewünschte Reihe für die zu wägenden Gewichtsgrössen zu erhalten, und bezeichnet jeden Teilstrich dementsprechend. Zur sicheren Erlangung der richtigen Lage des Laufgewichtes versieht man dasselbe mit einer scharfen Kante und bringt statt der Teilstriche Kerben an dem Gewichtshebel an, in welche jene Kante gelegt werden kann. Auch wird das Laufgewicht an dem Gewichtshebel — zuweilen mittels einer Schraube — verschoben und nach einem angebrachten Zeiger auf die richtige Stelle des Gewichtshebels gebracht.

Die Schnellwage gestattet ohne weiteres das Laufgewicht zwischen die ursprünglichen Teilpunkte aufzuhängen, sodass das Gewicht des zu Wägenden ohne Ausschlag des Wagbalkens genau aufgehoben werden kann. Will man sodann das Gewicht in Zahlen ausdrücken, so hat man den Abstand des benutzten Gewichtsarmpunktes von den benachbarten bezeichneten Punkten zu schätzen oder zu messen und hiernach die wirkliche Grösse des gewogenen Gewichts zu schätzen.

Die oben erwähnten Kerben nutzen sich allmählich aus, das richtige Einstellen des Laufgewichts ohne derartige Kerben erfordert aber grössere Sorgfalt, andere Übelstände kommen hinzu, sodass die Schnellwage nur in besonderen Fällen ihren Schwestern vorgezogen zu werden verdient.[2])

b. Federwagen. Wenn man auch annimmt, die Durchbiegung, Verkürzung oder Verlängerung einer Feder ändere sich ebenmässig zur Belastung, so ist dieses Gesetz doch nicht so genau zutreffend, dass hier-

---

[1]) Übrig, D. R. P. No. 21787; D. p. J. 1883, **249**, 278 m. Abb.

[2]) Schnellwage: Chauvin's: D. p. J. 1876, **221**, 114 m. Abb. Chameron's: daselbst, S. 322 m. Abb.; Barrié's D. p. J. 1879, **231**, 33 m. Abb.; Schnellwage mit 4 Laufgewichten: D. p. J. 1879, **232**, 127 m. Abb.; Fairbanks: D. R. P. No. 4548, D. p. J. 1879, **233**, 300 m. Abb.; Tengelin's: D. R. P. No. 7988, D. p. J. 1880, **236**, 214 m. Abb.; Dopp's Krahnwage: D. R. P. No. 19071, D. p. J. 1883, **247**, 414 m. Abb.; Amsler's Garnwage: D. p. J. 1883, **249**, 50 m. Abb.

nach die Gradleiter, an welcher die Grösse der Belastung beziehung weise des gesuchten Gewichtes abzulesen ist, aufgetragen werden könnt dieselbe muss vielmehr, solange auf Genauigkeit Anspruch gemacht wi durch Versuche festgestellt werden.

Während die Federwage durch die bequeme Handhabung und d rasche Wägen mit derselben sich allen übrigen Wagen gegenüber v teilhaft auszeichnet, leidet sie, wie schon erwähnt, an dem schwerwiege den Mangel der Veränderlichkeit. Das ist der Grund, weshalb die Fed wagen im allgemeinen im öffentlichen Verkehr nicht zugelassen sind

c. Selbstthätige Wagen. Dieselben haben für den Gewerbel trieb eine verhältnismässig grosse Bedeutung, indem sie zur Verfolgu des Ein- und Ausgangs des Getreides, des Mehles, wie anderer derarti Sammelkörper, auch der Flüssigkeiten zur Fabrik im allgemeinen o Teilen derselben vortreffliche Dienste leisten. Sie sind mit einem Gefä oder mehreren dergl. versehen, in welche das zu Wägende fliesst. H das Gefäss ein bestimmtes Gewicht aufgenommen, so wird der Zufl abgesperrt oder nach einer anderen Stelle gelenkt und das Gefäss e leert. Die Zahl der Spiele vermerkt ein Zählwerk. Wegen der Einz heiten verweise ich auf die Quellen.[2])

D. Bestimmung des Einheitsgewichtes.

Unter Einheitsgewicht, Dichte oder spezifischem Gewicht v steht man das Gewicht der Raumeinheit des betreffenden Körpers. Es w gewonnen, indem man den fragl. Körper wägt, dessen Rauminhalt mi und durch Rechnung dasjenige Gewicht bestimmt, welches auf die Rau einheit entfällt. Das Ausmessen des Körpers kann auf einem der wei oben erörterten Wege geschehen. Da aber das Einheitsgewicht (Wassers = 1 ist (1 *cbdcm* : 1 *gr*, 1 *l* : 1 *kg*, 1 *cbm* : 1 *t*), so lä sich der Raumgehalt eines unregelmässig gestalteten Körpers weit rascl und genauer auf Grund des folgenden, bekannten Satzes gewinnen: w ein fester Körper in eine Flüssigkeit getaucht, so vermindert sich s fühlbares Gewicht um das Gewicht der verdrängten Flüssigkeitsmen Dieser Gewichtsverlust heisst, nebenbei erwähnt, der Auftrieb. Wä man nun den Körper zunächst in der Luft — deren Auftrieb aus lei ersichtlichen Gründen vernachlässigt wird — und dann in reinem Wass welches 4° warm ist, so entspricht jedes *gr* des Gewichtsverlustes 1 *cb*

---

[1]) Vergl. Pellenz' Krahnfederwage: D. R. P. No. 2770, D. p. J. 18 **231**, 422 m. Abb.

Reimann's Briefwage, D. R. P. No. 2086, D. p. J. 1879, **232**, 327 m. Al

Rademacher's Federwage: D. R. P. No. 23383, 23505, 24043, 248 D. p. J. 1884, **252**, 362 m. Abb.

Ubrig's Federwage: D. R. P. No. 25378, D. p. J. 1884, **252**, 113 m. Al

[2]) Baxter: D. p. J. 1871, **200**, 99.

Reisert: D. R. P. No. 275, D. p. J. 1879, **233**, 107 m. Abb. Z. d. d. I. 1883, S. 633 m. Abb.

D. R. P. No. 22496.

Allen: D. R. P. No. 10103, D. p. J. 1881, **241**, 102 m. Abb.

Andere: Revue industr. 1882, Dec. S. 494 m. Abb.

Portef. d. mach. 1883, S. 49 m. Abb.

des eingetauchten Körpers. Bei anderer Temperatur des Wassers erfordern genaue Arbeiten eine entsprechende Berichtigung. Es ist nunmehr nur nötig mit der Zahl der *cbcm* das in *gr* ausgedrückte Gewicht, welches der Körper vor dem Eintauchen hatte, zu teilen, um das Einheitsgewicht in *gr* zu erhalten, d. h.

$$\text{das Einheitsgewicht ist} = \frac{\text{dem wirklichen Gewicht}}{\text{den Gewichtsverlust}}.$$

Man sagt deshalb auch wohl: die Einheitsgewichtszahl drückt aus, wie vielmal der betr. Körper schwerer ist als Wasser. Solange die betreffenden Körper (z. B. Kartoffeln) feste sind und die Benetzung durch Wasser vertragen, ist das einzuschlagende Verfahren hiernach sehr einfach und bedarf einer Erläuterung nicht.

Solche Körper, welche nicht benetzt werden dürfen, wohin alle pulverförmigen gehören, erfordern eine besondere Behandlung. Hinsichtlich dieser und mancher Feinheiten verweise ich auf die Quelle.[1])

Ebenso betreffs des Allgemeinen über die Bestimmung des Einheitsgewichts der Flüssigkeiten.

Die in gewerblichen Betrieben häufig angewendete Senkwage oder das Aräometer soll aber noch kurz erörtert werden. Durch Wägen irgend eines festen Körpers im Wasser und in der Luft gewinnt man, wie oben bereits ausgeführt wurde, den Rauminhalt desselben. Wägt man nun denselben Körper in der Flüssigkeit, deren Einheitsgewicht bestimmt werden soll, so gewinnt man in dem Gewichtsverlust das Gewicht der verdrängten Flüssigkeitsmenge, welches nur, um das Einheitsgewicht zu erhalten, durch den Rauminhalt geteilt zu werden braucht.



Fig. 88.

Die Senkwage, welche z. B. nach Fig. 88 gestaltet ist, führt rascher und mindestens ebenso genau zum Ziele. Eine Glasröhre enthält unten so viel Quecksilber, als erforderlich ist, um sie bis zum Punkte *w* derselben in Wasser einzusenken; das Quecksilber wird an die tiefste Stelle des Gerätes gebracht, damit dasselbe in aufrechter Lage schwimmt. Es ist nun offenbar das Gesamt-Gewicht des Gerätes gleich dem Gewicht des Wassers, welches verdrängt werden musste, um jenes bis *w* einsinken zu lassen. Senkt man nun die Wage in eine andere Flüssigkeit und findet, dass sie nicht bis zum Punkte *w* einsinkt, so zeigt das, dass eine geringere Raummenge der betr. Flüssigkeit so viel wiegt wie die Wage, dass somit das Einheitsgewicht dieser Flüssigkeit grösser ist als dasjenige des Wassers. Die Dichte der Flüssigkeit ist jedoch kleiner als diejenige des Wassers, sobald die Wage tiefer einsinkt als bis zum Punkte *w*. Man kann nun auf Grund geeigneter Versuche[2]) die Röhre über und unter *w* mit einer Gradleiter versehen, um an derselben

[1]) Wüllner, Lehrbuch der Experimentalphysik, 4. Aufl., Leipzig 1882, Bd. 1, S. 294 m. Abb.

[2]) Wüllner, Experimentalphysik, Bd. 1, S. 301.

das Einheitsgewicht sofort ablesen zu können. Man drückt dasselb an der Röhre nicht Platz ist, um die langen Zahlen anbringen zu l in Graden aus, deren Wert zu berechnen oder auf Tafeln verzeich es sei noch bemerkt, dass selbstverständlich die Temperaturen sichtigt, also unter Umständen Berichtigungen vorgenommen müssen.

Die gebräuchlichsten Gradwerte sind folgende:[1])

Senkwape nach:	Flüssigkeiten schwerer als Wasser	Flüssigke leichter als
Gay-Lussac, 100 gradig:	$\gamma = \frac{100}{100 - n}$	$\gamma = \frac{100}{100 +}$
Banmé, bei 12,5° *C*	$\gamma = \frac{145,88}{145,88 - n}$	$\gamma = \frac{145}{135,8}$
„ „ 17,5° *C*	$\gamma = \frac{146,78}{146,78 - n}$	$\gamma = \frac{146}{136,7}$
Brix, amtl. preuss. Senkwage bei 15,625° *C*	$\gamma = \frac{400}{400 - n}$	$\gamma = \frac{400}{400 +}$
Beck, bei 12,5° *C*	$\gamma = \frac{170}{170 - n}$	$\gamma = \frac{170}{170 +}$

γ = Einheitsgewicht, n = Zahl der Grade.

Einheitsgewichte (*gr* für 1 *ccm* oder *kg* für 1 *cdcm*).

1. Feste Körper.

	Grenzwerte	M
Achat	—	
Alabaster	2,26 — 2,87	
Alaun	1,7 — 1,8	
Alaunschiefer	2,3 — 2,4	
Aluminium:	—	
gegossen (Deville)	—	
gewalzt (desgl.)	2,65 — 2,67	
gehämmert (Hirzel)	—	
käufliches (Heeren)	2,7 — 2,8	
reines (Mallet)	—	
Aluminiumbronze	—	
Anthracit	1,34 — 1,8	
Antimon	6,70 — 6,72	
Argentan	8,4 — 8,7	

¹) D. p. J. 1865, 176, 444; 1868, 188, 358; 1870, 198, 318. Landolt u. Börnstein, physik. Tabellen, Berlin 1883, S

	Grenzwerte	Mittelwerte
Asbest	2,05 — 2,8	—
Asphalt	1,07 — 1,2	—
Baumwollfaser	—	1,5
Basalt	2,72 — 3,2	—
Bergkristall	—	2,69
Bernstein	—	1,08
Bimstein	0,91 — 1,65	—
Bittersalz	1,46 — 1,66	—
Blei	11,215—11,445	11,37
Bleiglätte	—	9,41
Bleiglanz	7,51 — 7,76	7,65
Bleizucker	—	2,39
Blutlaugensalz	—	1,83
Bolus	—	2,05
Borax	1,692— 1,757	1,721
Brauneisenstein	3,4 — 4,2	—
Braunkohle	0,8 — 1,5	—
Braunstein	4,7 — 4,9	—
Bronze	8,3 — 8,6	—
96,2 Kupfer, 3,8 Zinn (nach Riche)	—	8,79
94,4 „ 5,6 „ (nach Riche)	—	8,78
92,6 „ 7,4 „ (nach Riche)	—	8,76
91,0 „ 9,0 „ (nach Riche)	—	8,76
89,3 „ 10,7 „ (nach Riche)	—	8,80
87,7 „ 12,3 „ (nach Riche)	—	8,81
86,2 „ 13,8 „ (nach Riche)	—	8,87
75,0 „ 25,0 „ (nach Riche)	—	8,83
50,0 „ 50,0 „ (nach Riche)	—	8,79
Bienenwachs	0,96 — 0,97	—
Butter, frische	0,865— 0,868	—
Butter, Fassbutter	—	0,94
Cadmium	8,54 — 8,69	8,60
Cement	2,72 — 3,05	—
Copal	1,04 — 1,14	—
Eis, bei 0°	—	0,917
Eisen		
reines	7,85 — 7,88	7,86
Schmiedeeisen	7,79 — 7,85	—
Stahl	7,60 — 7,80	—
weises Gusseisen	7,58 — 7,73	—
graues Gusseisen	7,03 — 7,13	—
Elfenbein	1,83 — 1,92	—
Erde, lehmige, festgestampft frisch	—	2,06

	Grenzwerte	M
Erde, trocken	—	
Gartenerde, frisch	—	
„ trocken	—	
trockne magere Erde	—	
Fahlerz	4,4 — 4,9	
Feldspat (Kali)	2,53 — 2,58	
Feuerstein	2,58 — 2,59	
Fichtenharz	1,06 — 1,08	
Flussspat	—	
Galmei	3,6 — 4,5	
Gips	2,3 — 2,33	
„ gebrannt	—	
„ gegossen, trocken	—	(
Glas, gewöhnliches	2,50 — 2,70	
Spiegelglas, Kronglas	2,45 — 2,72	
Flintglas, leichtes	3,15 — 3,4	
„ schweres	3,6 — 3,9	
Glimmer	2,65 — 2,93	
Gneis	2,39 — 2,71	
Gold, gegossen	19,30 —19,38	
„ gehämmert, gepresst	19,33 —19,34	
Granat, gemeiner	3,67 — 3,77	
Granit	2,54 — 2,96	
Graphit	1,8 — 2,24	
Grauspiessglanzerz	—	4
Gummi (elastisches, nicht geschwefelt) .	0,92 — 0,99	
„ geschwefelt (vulkanisirt) . . .	—	1
„ desgl. mit Zinkweiss u. dergl. versetzt	1,00 — 2,00	
„ arabisches	1,31 — 1,45	
Gummigutt	—	1
Guttapercha	0,96 — 0,98	
Hammeltalg	—	0
Holzfaser	—	1

Holzarten:

	Frisch (grün)		Lufttrocken	
	Grenzwerte	Mittelwerte	Grenzwerte	Mi we
Ahorn	0,83—1,05	0,94	0,53—0,81	0,
Akazie (Robinia) . . .	0,75—1,00	0,87	0,58—0,85	0,
Apfelbaum	0,95—1,26	1,11	0,66—0,86	0,

	Frisch (grün)		Lufttrocken	
	Grenzwerte	Mittelwerte	Grenzwerte	Mittelwerte
. . . .	0,80—1,09	0,95	0,51—0,77	0,64
n	0,96—1,07	1,02	0,65—0,84	0,74
ıolz (Juniperus iana)	—	1,10	0,40—0,60	0,50
Rotbuche) . .	0,85—1,1	0,99	0,59—0,91	0,75
ım	1,20—1,26	1,23	0,91—1,16	0,97
(schwarz) . .	—	—	1,19—1,33	1,26
ım	0,97—1,10	1,04	0,74—0,94	0,84
. . . .	0,87—1,28	1,07	0,53—1,03	0,78
aum	0,87—1,13	1,00	0,69—0,89	0,79
. . . .	0,61—1,01	0,81	0,42—0,68	0,55
. . . .	0,70—1,14	0,92	0,54—0,94	0,74
Rottanne) . .	0,40—1,07	0,74	0,35—0,60	0,48
Kiefer) . . .	0,38—1,08	0,73	0,31—0,83	0,57
lholz, es	—	—	—	0,97
, Eisengrenadill	—	—	1,18—1,24	1,21
rz ,,	—	—	—	1,28
el	0,96—1,09	1,03	0,77—0,90	0,84
la	—	—	—	0,91
um	0,65—1,18	1,00	0,57—0,84	0,70
n	0,79—1,16	0,98	0,62—0,80	0,71
. . . .	0,52—1,00	0,76	0,44—0,80	0,62
. . . .	0,58—0,878	0,73	0,32—0,60	0,46
i	—	—	0,56—1,06	0,81
m	0,91—0,92	0,91	0,58—0,81	0,7
um	—	—	0,84—1,12	0,98
. . . .	0,61—1,10	0,85	0,35—0,70	0,53
ıbaum . . .	0,87—1,17	1,02	0,68—0,90	0,79
. . . . . .	—	—	1,17—1,39	1,28
anie	0,76—1,04	0,90	0,52—0,63	0,58
Weisstanne) . .	0,77—1,23	1,00	0,37—0,75	0,56
. . . . . .	—	—	0,61—0,86	0,73
. . . .	0,73—1,18	0,96	0,56—0,85	0,71
rbaum . . .	0,81—1,12	0,96	0,57—0,78	0,68
. . . .	0,67—0,97	0,82	0,39—0,63	0,51
he (Hainbuche)	0,92—1,25	1,08	0,62—0,90	0,72
n	0,94—1,14	1,04	0,74—0,89	0,82

	Grenzwerte	Mittel-werte
.	—	2,08
.	2,3 — 3,2	
. .	2,46 — 2,84	—
. .	—	1,78
.	—	1,64
. .	—	1,8
. .	1,7 — 2,0	—
. .	8,3 — 8,7	8,6
. .	2,05 — 2,22	2,15
. .	3,49 — 3,53	3,52
...sberg)	2,17 — 2,32	2,3
Mène)	—	1,885
. . . .	1,21 — 1,51	—
. . .	—	1,42
. . . .	0,8 — 1,5	—
. . . .	0,28 — 0,44	—
. . . .	—	0,57
. . . .	0,18 — 0,23	—
. . . .	—	0,51
. . . .	—	0,33
. . . .	—	0,28
. . . . .	1,8 — 2,69	—
. . . . .	8,83 — 8,921	8,92
. . . . .	8,93 — 8,949	
. . . . .	8,919 — 8,959	
. . . . .	8,884 — 8,952	
. . . . .	—	2,27
. . . . .	1,67 — 2,80	—
. . . . .	—	1,52
. . . . .	1,69 — 1,75	1,74
. . . . . .	—	3,20
. . . . . .	—	5,10
. . . . . .	3,71 — 4,06	—
. . . . . .	7,10 — 8,03	8,9
. (Brunner)	7,11 — 7,21	—
. . . . . .	2,52 — 2,85	—
. . . . . .	—	2,72
. . . . . .	—	2,46
. . . . . .	—	2,49
. . . . . .	—	2,6
. . . . . .	—	2,5

	Grenzwerte	Mittelwerte
Kalkstein-, trocken	—	2,45
Sandstein-, frisch	—	2,20
„ trocken	—	2,05
Ziegelstein-, frisch	1,55 — 1,70	—
„ trocken	1,47 — 1,59	—
aus porösen oder Lochziegeln . . .	—	0,95
erschaum	1,28 — 1,6	—
hl, Weizen-	0,8 — 1,56	—
nnige	8,6 — 9,07	—
rgel, erdig	—	2,88
„ hart	—	2,58
ssing,		
90,72 Kupfer, 9,28 Zink .	—	8,605
89,80 „ 10,20 „ .	—	8,607
88,60 „ 11,40 „ .	—	8,638
87,30 „ 12,70 „ .	—	8,587
85,40 „ 14,60 „ .	—	8,591
79,65 „ 20,85 „ .	—	8,448
74,58 „ 25,42 „ .	—	8,397
66,18 „ 33,82 „ .	—	8,299
49,47 „ 50,53 „ .	—	8,230
32,85 „ 67,15 „ .	—	8,263
31,52 „ 68,48 „ .	—	7,721
(nach Mallet).		
ssmessing,		
74,6 Kupfer, 25,4 Zink .	—	8,397
70,0 „ 30,0 „ .	—	8,448
67,0 „ 33,0 „ .	—	8,299
62,0 „ 38,0 „ .	—	8,440
(nach Karmarsch).		
ssingblech	8,51 — 8,62	—
ssingdraht	8,43 — 8,73	—
„ geglüht	—	8,376
hlsteinquarz	1,24 — 2,61	—
kel	8,57 — 8,93	8,9
gegossen . . . . . . (Schröder)	—	8,9
nöl	—	0,91
ier	0,7 — 1,16	—
h	—	1,07
sphor,		
gewöhnlicher	—	1,83
oter	—	2,20
metallischer	—	2,34

	Grenzwerte	Mi w
Platin,		
gegossen . . (Deville u. Debray)	21,48 —21,50	21
als Blech und Draht	21,2 —21,7	
Porphyr	2,5 — 2,9	
Porzellan von Berlin	—	2
„ chinesisches	—	2
„ von Meissen	—	2
„ von Sèvres	—	2
Porzellanerde	—	2
Pottasche	—	2
Quarz	—	2
Rindertalg	—	C
Roggen in Schüttung	0,65 — 0,79	
Roteisenstein	4,8 — 5,0	
Rotgültigerz	—	5
Salmiak	—	1
Salpeter	—	1
Sand, fein u. trocken	1,4 — 1,64	
„ „ u. feucht	1,90 — 2,05	
„ grob	1,37 — 1,49	
Sandstein	1,90 — 2,70	
Schafwollhaar	—	1
Schiefer	2,64 — 2,67	
Schnee i. Mittel	—	(
Schwefel,		
rhombisch	—	2
monoklinisch: frisch 1,958 / nach länger. Zeit 2,05 } . . .	—	1
amorph	—	1
Schwefelkies	4,98 — 5,1	
Schwerspat	—	4
Schweineschmalz	0,92 — 0,94	
Serpentin	2,43 — 2,66	
Seidenfaser	—	1
Silber	10,42 —10,57	1(
gegossen	10,424—10,511	
gepresst . . . . (Rose)	10,554—10,567	
elektrolytisch gewonnen	—	1(
Smaragd (grüner)	—	2
Spateisenstein	3,6 — 3,9	
Speckstein	2,60 — 2,62	
Stärkemehl	—	1
Syenit	2,63 — 2,7	
Thon	1,8 — 2,6	

	Grenzwerte	Mittelwerte
Thonschiefer	2,76 — 2,88	—
Torf, trocken	—	0,51
Erdtorf	—	0,64
Pechtorf	—	0,84
Trachyt	2,7 — 2,8	—
Wachs	—	0,97
Walrat	0,88 — 0,94	—
Wismut	9,76 — 9,98	9,80
Wolfram	16,54 —19,26	19,1
Ziegelstein, gemeiner	1,40 — 2,20	—
„ Klinker	1,52 — 2,29	—
Zink	6,86 — 7,24	7,15
gegossen, langsam abgekühlt	7,10 — 7,16	—
„ rasch abgekühlt (Rammelsberg 1880)	7,04 — 7,14	—
gewalzt	—	7,19
Zinkblende	3,9 — 4,2	—
Zinkspat	—	4,44
Zinkvitriol (kristallis.)	—	2,04
Zinn	6,97 — 7,37	7,29
gegossen (Matthiessen)	—	7,294
gewalzt, gehämmert	7,30 — 7,31	—
kristallisiert	6,97 — 7,18	—
durch Kälte gelockert (Rammelsberg)	5,78 — 5,96	—
Zinnober, rein	—	8,12
Zucker, weisser	—	1,61

2. Flüssigkeiten.

	Temp.	Grenzwerte	Mittelwerte
Äter	0°	—	0,736
„	20°	—	0,716
Anisöl	16°	—	0,996
Baldrianöl	16°	—	0,965
Baumöl	15°	—	0,917
Benzin	—	—	0,850
„	—	0,69 — 0,70	—
Benzol	0	—	0,899
Bergamottöl	—	—	0,850
Bernsteinöl	15°	—	0,800
[illegible]	—	1,023 — 1,034	—
[illegible]	15°	—	2,99

	Temp.	Grenzwerte
Calmusöl	15°	—
Campferöl	—	—
Chloroform	18°	—
Citronöl	16°	—
Eiweiss	15°	—
Fenchelöl	16°	—
Glycerin, wasserfrei	15°	—
Kochsalzlauge, gesättigt . . .	20°	—
Lavendelöl	16°	—
Leinöl	15°	0,93 — 0,935
Leberthran	15°	—
Milch, Kuh-	—	1,025 — 1,035
Mohnöl	15°	—
Naphtha	19°	—
Olivenöl	15°	—
Quecksilber	0°	13,5952—13,596
Ricinusöl	15°	—
Rüböl	15°	—
Salpetersäure, rein	0°	—
"	15°	—
rauchende . . .	—	1,45 — 1,50
Salzsäure, rohe (mind. 29% HCl)	0°	—
offizinelle (25% HCl) . . .	—	—
rauchende (41,54% HCl) . .	—	—
Schwefeläther	0°	—
Schwefelkohlenstoff	15°	—
Schwefelsäure, rein	0°	—
roh (91% H_2SO_4)	15°	—
konzentr. (94—97% H_2SO_4) .	15°	1,836 — 1,840
Seewasser	15°	—
Steinöl	15°	0,753 — 0,836
Terpentinöl	16°	—
Wasser, rein	4°	—
Weingeist	15,5°	—

Genaue Zahlen über die Ausdehnung des Wassers, Quecksi Weingeistes durch Wärmeaufnahme, also zur Berechnung des (bei verschiedenen Temperaturen, findet man in den Physik.-chem. von Landolt und Börnstein, Berlin 1883, S. 30.

Für praktische Zwecke (zwischen 0° u. 150°) genau genu Wasser die Formel des Verfassers[1]: $\gamma = 1 - 0{,}000\,004\, t^2$ wenn t die Temperatur in Graden C bezeichnet.

[1]) Wochenschrift d. Ver. d. Ingen. 1883, S. 155.
D. p. J. 1883, **248**, 267.

3. Gase.

	Luft = 1	Gewicht von 1 *ccm* in *gr* 0°, 760 *mm* Druck, 45° Breite
Ätherdampf	2,5860	—
Ammoniak	0,5889	0,0007615
Butylen	1,9349	0,0025019
Chlor	2,4492	0,0031669
Chlorwasserstoff	1,2592	0,0016282
Fluorwasserstoff	0,6918	0,0008945
Grubengas (CH_4)	0,5529	0,0007150
Kohlenoxyd	0,9671	0,0012505
Kohlensäure	0,5197	0,0019650
Quecksilberdampf	6,94	—
Sauerstoff	1,1052	0,0014291
Schwefeldampf	6,617	—
Schwefelige Säure	2,2129	0,0028615
Schwefelkohlenstoff	2,644	—
Schwefelwasserstoff	1,1769	0,0015219
Stickstoff	0,9701	0,0012544
Wasserdampf bei 0°	0,6218	0,0008041
„ bei 100°	0,4686	—
Wasserstoff	0,06923	0,00008952
Atmosphärische Luft	1,0000	0,0012939

Das Einheitsgewicht der Gase bei höheren Temperaturen als 0° ist im allgemeinen nach folgendem Ausdruck zu berechnen:

$$\gamma = \frac{\gamma_0}{1 + 0{,}00367 \, . \, t}$$

in welcher γ das Einheitsgewicht oder die Dichte bei $t°$, γ_0 dasjenige bei 0° *C* ist. Genauere Angaben finden sich in Landolt-Börnstein's phys.-chem. Tab. S. 67.

In anbetracht der Thatsache, dass die atmosphärische Luft je nach Umständen verschieden feucht ist, genügt für diese für praktische Zwecke und zwischen — 10° u. + 100° die Genauigkeit, welche folgender Ausdruck des Verfassers liefert:

$$\Gamma = 1{,}3 - 0{,}004\, t$$

in welcher Γ das Gewicht eines Kubikmeter Luft bei $t°$ bedeutet.

Für Rauch gilt, ebenso angenähert:

$$\Gamma = 1{,}25 - 0{,}0027\, t.$$ [1]

Die Zusammensetzung der trocknen atmosphärischen Luft ist im Mittel: 0,04 Raumt. Kohlensäure, 21 Raumt. Sauerstoff; der Rest besteht aus Stickstoff.

---

[1] Wochenschr. d. V. d. I. 1883, S. 155.
D. p. J. 1883, **248**, 267.

	Temp.
Calmusöl	15°
Campferöl	—
Chloroform	18°
Citronöl	16°
Eiweiss	15°
Fenchelöl	16°
Glycerin, wasserfrei	15°
Kochsalzlauge, gesättigt . . .	20°
Lavendelöl	16°
Leinöl	15°
Leberthran	15°
Milch, Kuh-	—
Mohnöl	15°
Naphtha	19°
Olivenöl	15°
Quecksilber	0°
Ricinusöl	15°
Rüböl	15°
Salpetersäure, rein	0°
"	15°
rauchende . . .	—
Salzsäure, rohe (mind. 29 % HCl)	0°
offizinelle (25 % HCl) . . .	—
rauchende (41,54 % HCl) . .	—
Schwefeläther	[illegible]
Schwefelkohlenstoff	1[illegible]
Schwefelsäure, rein	
roh (91 % H_2SO_4)	
konzentr. (94—97 % H_2SO_4) .	
Seewasser	
Steinöl	
Terpentinöl	
Wasser, rein	
Weingeist	

Genaue Zahlen über die Aus
Weingeistes durch Wärmeaufnah
bei verschiedenen Temperaturen,
von Landolt und Börnstein, Bc

Für praktische Zwecke (zv
Wasser die Formel des Verfa
wenn t die Temperatur in Gr

[1]) Wochenschrift d. Ver. d
D. p. J. 1883, **248**, 267.

Regel durch Versuche festgestellt wird; es können auch, durch Wechselwirkung des eingeschlossenen Gases, des Quecksilbers und der Röhrenwandungen Änderungen in der Gasmenge entstehen, weshalb dieses geschlossene Manometer wenig beliebt ist.

Wenn das Ende *b* der *n*förmigen Röhre, Fig. 89, offen ist, so wirkt der Druck der Atmosphäre auf den Quecksilberspiegel, sodass *h* den Unterschied der Spannung *p* und der Atmosphäre, den Überdruck beziehungsweise Minderdruck über dem rechts liegenden Schenkel gegenüber dem anderen darstellt. Ein derartiges Gerät nennt man offenes Manometer. Es ist leichter herzustellen und weniger leicht zu verletzen, als das geschlossene, weil die Luftleere nicht berücksichtigt zu werden braucht; man kann die Höhe des freien Flüssigkeitsspiegels mittels Schwimmers erkennbar machen[1]), also die Röhre aus Metall fertigen, sodass sie in ziemlicher Höhe auszuführen ist.

Für geringe Druckunterschiede füllt man statt des Quecksilbers Wasser in die Röhre, auch kommt wohl Weingeist, Erdöl u. dergl. zur Verwendung (was eine entsprechende Änderung der Gradleiter nach dem anderen Einheitsgewicht erforderlich macht)[2]).

Sehr geringe Druckunterschiede werden an einer schrägliegenden Röhre beobachtet, an welcher, wie bei Benutzung des Keils zum Messen, die Teilung der Grade entsprechend grösser ausfällt.[3]) Um auch die Verdunkelung, die durch das Anhaften der für die Drucksäule benutzten Flüssigkeit an der Röhrenwand entsteht, möglichst zu mindern, sind besondere Mittel angewendet[4]).

Der Überdruck kann auch auf eine Feder wirken, deren Durchbiegung durch ein geeignetes Zeigerwerk auf einem Gradbogen ablesbar gemacht wird. Am beliebtesten ist das Federmanometer mit platter, gewellter Feder[5]). Da gelegentlich Verschiebungen des Federplattenrandes auf dem Rande des Röhrenendes, welches den Druck gegen die Platte leitet, beobachtet worden sind, so haben Dreyer, Rosenkranz u. Droop[6]) die Federplatte auf einen kräftigen Ring *R*, Fig. 90, genietet und dann erst auf das Röhrenmundstück geschraubt. Die (stählerne) Federplatte wird mittels eines dünnen versilberten Kupferbleches unterwärts vor Rost geschützt.

Eine geschlossene, gekrümmte Metallröhre verliert durch Zunahme des in ihr herrschenden Druckes an Krümmung, und umgekehrt. Verbindet man das eine Ende derselben mit demjenigen Raume, dessen Über-

---

[1]) Z. d. V. d. I. 1870, S. 40 m. Abb.; 1873, S. 73 m. Abb.

[2]) Verschiedene Manometer: Für niedrige Spannungen: D. p. J. 1866, **180**, 334 m. Abb.; 1876, **221**, 427 m. Abb.; 1882, **244**, 208 m. Abb.; 1882, **246**, 507 m. Abb.; 1883, **248**, 371 m. Abb.
Für hohe Spannungen: D. p. J. 1872, **207**, 345 m. Abb.
Mit elektrischer Zeichengebung: D. p. J. 1877, **224**, 277.

[3]) D. p. J. 1885, **255**, 471 m. Abb.

[4]) Z. d. V. d. I. 1863, S. 493; 1883, S. 696.

[5]) D. p. J. 1873, **208**, 171 m. Abb.; 1875, **215**, 490 m. Abb.
Z. d. V. d. I. 1881, S. 177 m. Abb.; 1882, S. 47 m. Abb.

[6]) D. R. P. No. 18756.

druck man messen will, und lässt das andere Ende auf ein Zeiger wirken, so lassen die Zeigerstellungen die Druckänderungen erkenn Die Gradbogeneinteilung der Federmanometer kann nur durch Vers gefunden werden; die Federkraft von der Temperatur der Federn b flusst und erlahmt nicht selten. D Mängeln gegenüber besitzen die Fede nometer den grossen Vorzug der H lichkeit.

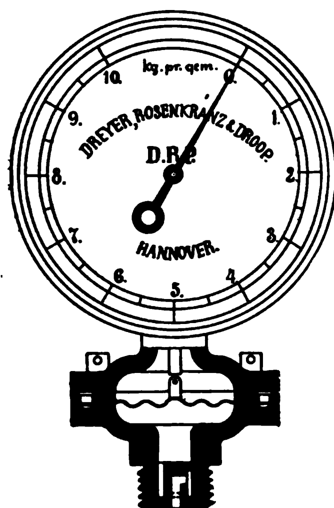


Fig. 90.

Obgleich Federmanometer für hohe Überdrucke (bis etwa 200C f. 1 *qcm*) hergestellt werden, so ben man zum Messen letzterer, namentlicl Prüfung der betr. Federmanometer ı selten Kolben-Druckmesser [2]). Die Flü keit, deren Überdruck man bestimmen wirkt auf die Fläche eines Kolbens, wel unmittelbar oder unter Hebeleinschal belastet ist. Der Ausschlag der B wird durch Zeiger ablesbar gemacht. die Verdunklung des Messergebnisses d die Reibung des Kolbens zu beseiti werden sogenannte reibungslose Ko angewendet. Übrigens dürfte eine Stulpenliderung des Kolbens die Genauigkeit der Messung nur in für meisten Fälle zulässigem Masse beeinträchtigen [3]).

Aus dem gemessenen Überdruck (nach Umständen: Minderdr ist die Spannung durch Hinzuzählen des, am Barometer beobacht Atmosphärendruckes zu gewinnen.

10. Messen der mechanischen Arbeit.

A. Einheiten.

Das Produkt der Kraft P in den Weg s, längs welchem die Kra wirksam ist, heisst Arbeit.

Die Arbeit, welche erforderlich ist, um 1 *kg* auf 1 *m* zu erhe oder allgemein längs eines 1 *m* langen Weges einen 1 *kg* betrage Widerstand zu überwinden, ist als Grundeinheit der mechanischen A anzusehen und heisst Kilogramm-Meter oder Meter-Kilogramm (*n*

---

1) D. p. J. 1872, **205**, 2, m. Abb.; 1883, **247**, 484, m. Abb.

2) D. p. J. 1847, **103**, 321 m. Abb.; 1851, **120**, 260 m. Abb.; 1879, 444 m. Abb.; 1883, **247**, 21 m. Abb.

Z. d. V. d. I. 1881, S. 721 m. Abb.; 1882, S. 265 m. Abb.; 1884, S. m. Abb.

3) Reibung der Stulpenliderung. Z. d. V. d. I. 1881, S. 680 m. Abb

Ändert sich die Kraft P während der Zurücklegung des Weges s nicht, so ist die verrichtete Arbeit A durch:

$$A = P \cdot s$$

auszudrücken; wenn dagegen die Kraft an verschiedenen Stellen des Weges verschieden gross ist, so setzt sich der Wert A aus Teilen zusammen, welche Produkte der Kraft P und der Wegteile sind, längs welcher das jedesmalige P als unveränderlich angesehen werden kann. Es ist daher allgemein:

$$A = \int P \cdot ds.$$

In den meisten Fällen will man nicht diese Arbeit, welche irgend welche Zeit in Anspruch nimmt, kennen lernen, sondern erfahren, wie gross die geleistete beziehungsweise aufzuwendende Arbeit in der Zeiteinheit ist.

Sofern P sich nicht ändert, gewinnt man den in Rede stehenden Wert in Sekunden-Meter-Kilogramm (*smkg*), indem man die Arbeit A durch die aufgewendete oder erforderliche Zeit z (in Sekunden) teilt. Es ist sonach die Arbeit in *smkg*, oder die auf die Zeiteinheit bezogene Arbeit:

$$A_s = \frac{A}{z} = P \cdot \frac{s}{z}$$

und da $\frac{s}{z}$ die Geschwindigkeit v, mit welcher der Weg s zurückgelegt wird, bedeutet:

$$A_s = P \cdot v.$$

Bei veränderlichem P und v entspricht dieser Wert derjenigen Arbeit, welche verrichtet werden würde, wenn das augenblickliche $P \cdot v$ während der Dauer einer Sekunde sich nicht verändern würde. Ist die Veränderlichkeit eine regelmässig wiederkehrende, so wird häufig mit einem mittleren $P \cdot v$. gerechnet.

Es ist allgemein Gebrauch geworden, die auf die Zeiteinheit bezogene Arbeitsgrösse durch Pferdekräfte (*Pk*) auszudrücken. Eine solche *Pk* ist gleich 75 *smkg* (in England, woselbst man die *Pk* = 550 Sek. Fuss-Pfund setzt = 76,041 *smkg*), sonach N Pferdekräfte:

$$N = \frac{A_s}{75} = \frac{P \cdot s}{z \cdot 75} = \frac{P \cdot v}{75}.$$

B. Mittel und Verfahren.

Es sind zwei Verfahren zur Bestimmung der Arbeit gebräuchlich: man misst entweder die, durch einen hierfür vorgerichteten Übertragungsteil fliessende Arbeit, oder man misst eine der zu bestimmenden gleiche Arbeitsgrösse, indem man sie durch Reibung aufzehren lässt.

a. Messen der übergeleiteten Arbeit.

In einfachster Weise ist dasselbe durchzuführen, indem man einerseits zwischen der wirkenden Kraft und dem Widerstande einen Kraftmesser, eine Wage einschaltet und das gewonnene Ergebnis mit dem andererseits gemessenen Wege beziehungsweise der Geschwindigkeit ver-

vielfältigt. Um z. B. die Arbeit zu bestimmen, welche die Fortbewegur eines Wagens erfordert, wird das Pferd unter Vermittlung einer Wa angespannt; um die durch Zahnräder übertragene Arbeit zu erkenne misst man den zwischen den Radzähnen auftretenden Druck und vervie fältigt denselben mit der beobachteten Geschwindigkeit.

Die, ursprünglich von Hachette angegebene [1]) sogenannte dynam metrische Schnellwage stellt Fig. 91 dar. A ist das treibende, B d unter Vermittlung des Rades C ang triebene Rad. Die Lagerung von hängt an dem Balken einer Schnel wage, dessen Laufgewicht mit D b zeichnet ist. Die auf das Zwischenra C einwirkenden Zahndrücke sind gleic gerichtet, sie werden durch Verschiebe des Laufgewichtes ihrer Grösse nac bestimmt. Eine ebenso wirkende Ar ordnung kann man durch Kegelräde gewinnen [2]), auch ist der Zahndruc ohne das Zwischenrad C zu gewinnen, indem man nämlich die unmitte bar ineinander greifenden Zähne der Räder A u. B schräg macht un durch eine Wage bestimmt, wie gross der in der Achsenrichtung au tretende Druck wird [3]). Dieses Verfahren ist aber weniger genau, inde die schwer bestimmbare Zahnreibung eine nicht geringe Rolle spiel Endlich lassen sich beide Räder oder Riemrollen auf dieselbe Well setzen; wenigstens eins derselben ist mit der Welle nicht fest, abe durch eine Feder so mit dem anderen Rade verbunden, dass letzter mitgenommen wird, nachdem eine, dem zur Kraftüberleitung genügend Spannung beziehungsweise Durchbiegung der Feder eingetreten ist [4]).

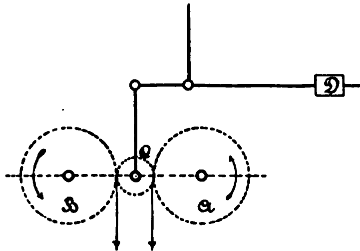


Fig. 91.

Die Arbeitsübertragung mittels Treibriemen bringt einen Spannung unterschied der beiden Riementrume hervor und zwar steht die Kra welche von einer Riemenrolle zur anderen übergeleitet wird, im gerade Verhältnis zu jenem Spannungsunterschied. Wenn man nun bei Riementrume durch eine zwischen sie gelegte Rolle in gleichem Mas nach aussen drängt, so erfährt diese Rolle seitens der Riementrum Pressungen, deren Unterschied im geraden Verhältnis zum Spannung unterschiede des Riemens, also auch in demselben Verhältnis zur übe tragenen Kraft steht. Das hat v. Hefner-Alteneck seit 1872 [5]) zu Messen der fraglichen Kraft benutzt. Fig. 92 versinnlicht die in Re stehende Einrichtung. AA_1 soll das führende, stärker gespannte, B das geführte Riementrum sein. Die in einem gemeinsamen festen Rahm

---

[1]) Prechtl, techn. Encyclopädie, 1883. Bd. 4, S. 505 m. Abb.
[2]) Egen, Untersuchungen über Wasserwerke, Berlin 1831, S. 48. Batchelder, D. p. J. 1844, **92**, 420 u. 427 m. Abb.
[3]) Bourdon, Génie industr. Juli 1860, Bd. 20, S. 1 m. Abb.
[4]) Prechtl, Technolog. Encycl. 1833, Bd. 4, S. 504 m. Abb.
[5]) D. p. J. 1881, **241**, 253 m. Abb. Z. d. V. d. I. 1882, S. 48 m. Abb.

gelagerten Leitrollen 1, 2, 3, 4, 5 u. 6 führen den Riemen, so dass die Rolle 7 die beiden Teile um ein Bestimmtes von der geraden Richtung ablenken kann. Die Rolle 7 ist in einem, gegen den Hauptrahmen beweglichen Rahmen *r* gelagert und dieser durch eine Zugstange mit einem oben liegenden Hebel so verbunden, dass man an der Marke *m* die mittlere, richtige Lage der Rolle 7 erkennen kann. Vermöge des Spannungsüberschusses in *AA*, gegenüber *BB*, wird versucht die Rolle 7

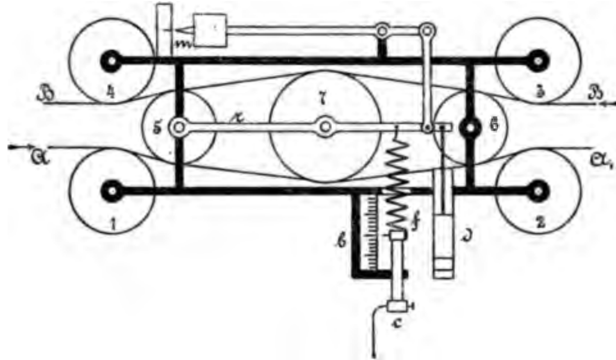


Fig. 92.

zu heben, was die Feder *f* verhüten muss. Letztere wird mittels der Schraube *c* so angespannt, dass 7 in ihrer mittleren Lage bleibt; man kann somit an der Dehnung dieser Feder die erforderliche Kraft erkennen und an der dementsprechend eingeteilten Gradleiter *l* den Spannungsunterschied der beiden Riementrume ablesen. Bei *d* befindet sich ein Stiefel, dessen Kolben das Spielen des Rahmens *r* mildert und demnach das Einstellen und Beobachten des Gerätes erleichtert. Die Geschwindigkeit des Riemens wird aus dem Durchmesser und der Umdrehungszahl der Treibrollen bestimmt. Offenbar leidet dieser Kraftmesser an dem Übelstande, dass man während der Beobachtung jedem Spannungswechsel des Riemens folgen und durch Drehen der Schraube *c* gerecht werden muss; er ist aber ohne umständliche Vorkehrungen in einen vorhandenen Riemenbetrieb einzuschalten. Es ist deshalb der v. Hefner-Alteneck'-sche Kraftmesser von verschiedenen Seiten nachgebildet worden.[1])

Naturgemäss eignen sich zum Messen der Kraft für den vorliegenden Zweck die Federwagen (Feder-Dynamometer) besser als die Gewichtswagen, indem sie den unvermeidlichen Änderungen der Kraftgrösse auf die rascheste Weise gerecht werden.

Treten nur geringe Wechsel in der Grösse der Kraft auf, so gelingt das Ablesen ziemlich gut; grössere und häufigere Wechsel sind jedoch nicht einmal angenähert genau zu verfolgen, zumal die einzelnen Werte auf die zugehörigen Wege, beziehungsweise Geschwindigkeiten bezogen werden müssen. Es sind daher solche Einrichtungen von höchstem Wert,

[1]) Vergl. Z. d. V. d. I. 1881, S. 317 m. Abb.

vielfältigt. Um z. B. die Arl
eines Wagens erfordert, wir
angespannt; um die durch
misst man den zwischen den
fältigt denselben mit der bec
Die, ursprünglich von H
metrische Schnellwage stellt

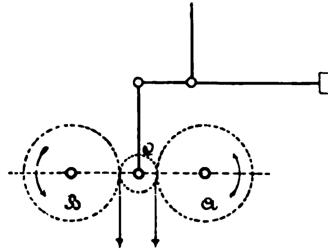


Fig. 91.

ohne das Zwischenrad C z
bar ineinander greifende
durch eine Wage bestim
tretende Druck wird [3]).
die schwer bestimmbar
Endlich lassen sich
setzen; wenigstens
durch eine Feder
mitgenommen wird.
Spannung beziehun
Die Arbeits
unterschied der
welche von einer
Verhältnis zu
Riementrume d
nach aussen d
Pressungen, d
unterschiede d
tragenen Kra
Messen der
stehende Ein
das geführt

[1]) Pr
[2]) Eg
Ba
[3]) B
[4]) Pr
[5]) D
Z

schaltet werden. Die Arbeitsübertragung von A nach B erfolgt durch das Rad E, welches zunächst das aussen und innen verzahnte, um die Welle B sich lose drehende Rad G betreibt, von hier aus durch die Zwischenräder H, die endlich in das auf B befestigte Zahnrad F greifen. Beide Zwischenräder H sind in den Enden eines um B frei beweglichen Doppelarmes M gelagert, an den das Band J befestigt ist, welches an die Blattfeder K greift. Das untere Blatt derselben ist endlich bei L mit der Platte der Maschine verbunden. Jede Kraftdurchleitung bringt nun gegenüber den Zwischenrädern H Zahndrücke hervor, welche an der rechten Seite von B nach unten, an der linken Seite nach oben gerichtet, also bestrebt sind den Doppelarm M rechts herumzudrehen, wodurch unter Vermittelung des Bandes J die Feder K gespannt und im geraden Verhältnis zur Grösse der hindurch geleiteten Kraft durchgebogen wird. Ein am Bande J befestigter Stift verzeichnet also, wenn man vor demselben in wagrechter Richtung einen Papierstreifen vorüberführt, die Grösse der Kraft, die leicht zu messen ist, da ein fester Stift, dessen Höhenlage der untersten Stellung des Stiftes i gleich ist, die Nulllinie der Kraft verzeichnet. Hartig hat nun die Einrichtung getroffen, dass die Verschiebung des Papierstreifens von der angetriebenen Welle A aus erfolgt, so dass — wie bei Watt's Indikator — der (verjüngte) Weg winkelrecht zu dem Masse der Kraft aufgetragen wird, also die, durch die entstehenden Linien eingeschlossene Fläche ein messbares Bild der hindurchgeleiteten Arbeit ist.

Andere hierher gehörende Arbeitsmesser findet man in unten verzeichneten Quellen beschrieben.[1])

b. Brems-Arbeitsmesser.

Sie sind nur für stetige Drehbewegungen im Gebrauch. Ihren Ausgangspunkt bildet das sehr alte, für kleine Arbeitsgrössen verwendbare Verfahren, auf die sich drehende Welle eine Schnur sich aufwickeln zu lassen, an deren Ende eine mit Gewichten belastete Wagschale hängt. Ist der mittlere Halbmesser der Schnurwindungen $= r$ m (vergl. Fig. 94) die Zahl der minutlichen Umdrehungen der Welle $= n$ und $\pi = 3{,}14\ldots$ so ist die Geschwindigkeit:

$$v = \frac{2 \cdot r \cdot \pi}{60}$$

also die verrichtete Arbeit in Pk:

$$N = P \cdot \frac{2 \cdot r \cdot \pi}{60 \cdot 75}.$$

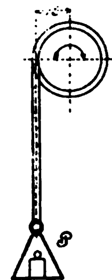


Fig. 94.

---

[1]) Rühlmann, Allgemeine Maschinenlehre, Bd. 1, S. 166.
Karmarsch & Heeren, technisches Wörterbuch, 3. Aufl., Bd. 2 (1877) S. 706, m. Abb.
D. p. J. 1882, **245**, 440 m. Abb.
Z. d. V. d. J. 1864, S. 59, m. Abb.; 1885, S. 79 m. Abb., S. 642; 1886, S. 681, m. Abb.! Pr. M. Konstr. 1884, S. 221 m. Abb.

Dieser Ausdruck würde sich auch in dem Falle nicht ändern, wenn die Schnur nur in dem Masse an sie gedrückt würde, um das Gewicht P vermöge der entstehenden Reibung schwebend zu erhalten. Man hat solche Anordnungen thatsächlich benutzt.[1]) Es ist aber keineswegs erforderlich, dass die Kraft in dem Halbmesser angreift, in welchem das Gleiten des sogenannten Bremszaumes stattfindet. Vielmehr tritt derselbe Vorgang ein, wenn man den entsprechend gebauten Zaum mit einem Arm versieht, auf welchen die Kraft wirkt, wie Prony 1821 gethan.[2])

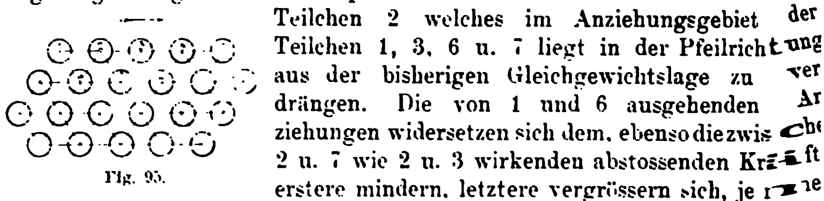
Die Brems-Arbeitsmesser eignen sich besonders zur Bestimmung bedeutender Arbeitsgrössen; sie sind für Werkzeugmaschinen (das Wort im weiteren Sinne gebraucht) wenig brauchbar, da der durch sie bedingte Umweg zu erheblichen Fehlerquellen führt. Ich verweise daher wegen des Weiteren auf die unten angezogenen Quellen.[3])

11. Messen der Festigkeit und ihrer Verwandten.

A. Begriffe.

Unter Festigkeit im allgemeinen soll hier diejenige Kraft verstanden werden, welche sich der Gestaltsänderung des betreffenden Körpers widersetzt.

Dieser Widerstand beruht auf der Anziehung der kleinsten Teile (Molekule) des Körpers. Es ist anzunehmen, dass die kleinsten Teile jedes Körpers eine, von der Eigenart des letzteren abhängige bestimmte gegenseitige Lage annehmen. Möge die durch Fig. 95 versinnlichte die Lagerung in irgend einem Körper sein. Eine äussere Kraft versucht das Teilchen 2 welches im Anziehungsgebiet der Teilchen 1, 3, 6 u. 7 liegt in der Pfeilrichtung aus der bisherigen Gleichgewichtslage zu verdrängen. Die von 1 und 6 ausgehenden Anziehungen widersetzen sich dem, ebenso die zwischen 2 u. 7 wie 2 u. 3 wirkenden abstossenden Kräfte; erstere mindern, letztere vergrössern sich, je mehr die Verschiebung des Teilchens 2 zunimmt. Wird nunmehr die in Rede stehende äussere Kraft beseitigt, so bewirken die inneren Kräfte die Zurückführung des Teilchens 2 in seine Anfangs-Gleichgewichtslage. Man nennt eine solche Verschiebung eine elastische. Auf diesem Rückwege muss das Teilchen — wie auf dem Hinwege — an seinen Nachbarn gleiten, es wird daher diesem Rückwege ein gewisser Reibungswiderstand entgegengesetzt, welcher um so geringer ausfällt, je geringer die Geschwindigkeit der Rückbewegung ist. Die völlige Zurückführung er-


Fig. 95.

[1]) Weisbach, Polyt. Centralbl. 1841. S. 97.
[2]) Rühlmann, Allgem. Maschinenlehre, Bd. 1. S. 186.
[3]) Karmarsch & Heeren, techn. Wörterbuch, Bd. 2. S. 721 m. Abb. Brauer, Z. d. V. d. I. 1881 S. 321 m. Abb.

ordert sonach eine gewisse Zeit. Namentlich in der Nähe des Zieles st die Geschwindigkeit der Rückführung eine geringe und stetig abehmende, da die thätige Kraft naturgemäss um so kleiner wird, je äher das Teilchen seiner Gleichgewichtslage kommt, um mit Erreichung er letzteren zu verschwinden. Aus denselben Gründen bringt die äussere raft nicht sofort denjenigen Grad der Verschiebung des Teilchens her)r, welche sie nach längerer Zeit bewirkt. Die in Rede stehende, astische Nachwirkung genannte Erscheinung wurde zuerst von eber beobachtet.[1]) Zum weiteren Studium derselben empfehle ich üllner's Experimentalphysik [2]), füge aber noch hinzu, dass ich bei ihlreichen Versuchen mit Gummistäben die elastische Nachwirkung noch ach 14 Tagen messbar beocachten konnte.

Für den Zweck dieses Buches soll die Thatsache der elastischen achwirkung nur nachweisen, dass die elastischen Verschiebungen von er Zeit abhängig sind.

Wird, weil die einwirkende äussere Kraft hierzu gross genug ist, ie Verschiebung so weit fortgesetzt, bis das Teilchen aus dem Anziehungsebiet einiger seiner Nachbarn verdrängt wird, dafür aber in das Aniehungsgebiet anderer Teilchen tritt, so bahnt sich ein neuer Gleichewichtszustand an; das Teilchen kehrt nach Verschwinden der äusseren raft nicht an seinen ursprünglichen Ort zurück, es hat eine bleibende nderung seiner Lage erfahren. Dabei ist wahrscheinlich, dass es ine elastische Rückbewegung macht, bevor es in der neuen Gleichgewichtslage ankommt, indem das Verschwinden der äusseren Kraft kaum inmal mit dem Gewinnen der neuen Gleichgewichtslage zusammenfallen ürfte.

Ich habe bisher von der Verschiebung nur eines Teilchens gesprochen; s liegt auf der Hand, dass dieselbe die — elastische oder bleibende - Verschiebung anderer Teilchen bedingt. Vergegenwärtigt man sich ie Thatsache, dass die Teilchen unmessbar klein sind, so findet man ofort, dass jede sichtbare Gestaltsänderung eines Körpers von der Verchiebung ungemein zahlreicher kleinster Teilchen herrührt, also jedenills neben den bleibenden Verschiebungen elastische und neben den lastischen Verschiebungen bleibende auftreten, wenn die einen oder nderen ihrer Geringfügigkeit halber auch nicht mehr gemessen werden önnen.

Wenn man von der Elasticitätsgrenze, als dem Grenzpunkte, iesseits welchem nur elastische, jenseits welchem aber auch bleibende Verschiebungen eintreten, spricht, so kann demnach damit nur diejenige Grenze der Umgestaltung (im besondern der Dehnung) verstanden sein, bis zu welcher erhebliche bleibende Gestaltsänderungen nicht eintreten, während bei weiterer Verschiebung der Teilchen die bleibenden Gestaltsänderungen deutlich zu merken sind. Zur Feststellung des Begriffes der

---

[1]) Poggendorf's Annalen 1835, Bd. 34, S. 247; 1841, Bd. 54, S. 1.

[2]) 2. Aufl., 1882, Bd. 1, S. 233.

Elasticitätsgrenze ist vorgeschlagen eine bleibende Dehnung von 0,00005 oder $\frac{1}{20000}$, z. B. der ursprünglichen Länge eines Stabes als Grenzwert aufzufassen, welcher Wert natürlich nur bei sehr feinen Versuchen messbar ist.

Die durch Fig. 95 dargestellte Lagerung der kleinsten Teile eines Körpers ist eine willkürlich gewählte; sie soll nur die beobachteten Erscheinungen erklären helfen. Eine andere, ebenso willkürlich gewählte Anordnung zeigt Fig. 96. Die Dreiecksverbindung derselben ist viel unvollkommener als diejenige der früher erörterten, indem die Entfernungen 2 zu 5, 3 zu 6, 2 zu 7 u. s. w. unter sonst gleichen Umständen 1,4 mal so gross sind als die in Fig. 95 vorkommenden. Man weiss dass die Anziehungskraft, solange sie innerhalb der hier in Frage kommenden sehr kleinen Entfernungen wirkt, viel rascher abnimmt als die Entfernung zunimmt, wenngleich man das Gesetz nicht genau anzugeben vermag. Daraus geht hervor, dass die gegenseitige Verschiebbarkeit bei dieser Lagerung der kleinsten Teile eine viel grössere ist, als bei der durch Fig. 95 dargestellten, d. h. dass die gegenseitige Verschiebbarkeit der kleinsten Teile in hohem Masse von der uns unbekannten Lagerungsart derselben abhängt. So lässt sich erklären, dass der Widerstand zweier, chemisch nicht unterscheidbarer Körper sehr weit voneinander verschieden sein kann. Man denke an den Diamant und den Graphit, an die verschiedenen Formen, in welchen der reine Schwefel auftritt u. s. w.

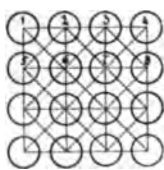


Fig. 96.

Wenn durch eine äussere Kraft eine Verschiebung — sei es eine elastische oder bleibende — der kleinsten Teile eines Körpers hervorgebracht wird, so suchen dieselben, vermöge der zwischen ihnen thätigen Anziehungskraft im Zusammenhange zu bleiben. Erwärmtes Siegellack, erwärmtes Glas bilden, wenn man auf sie eine Zugkraft wirken lässt, mehr oder weniger lange und demnach dünne Fäden. Zieht man an beiden Enden eines Gummistabes, so verringert sich der Querschnitt fast genau in demselben Masse wie die Verlängerung stattfindet. Die zuletzt erwähnte Umgestaltung geht nach Verschwinden der einwirkenden Kraft wieder verloren, sie ist eine elastische; wird sie aber zu weit getrieben oder zu rasch hervorgebracht, so vermögen die kleinsten Teilchen des Körpers, während sie verschoben werden, den Zusammenhang mit den Nachbarn nicht überall aufrecht zu erhalten, d. h. es entsteht ein Bruch. Es giebt sonach ausser der schon erwähnten, in bleibende Gestaltsänderung überführende noch eine Elasticitätsgrenze, nämlich diejenige, deren Überschreitung zur Trennung führt. Man nennt nun diejenigen Körper, welche entweder bis zum Eintreten merkbarer bleibender Gestaltsänderungen oder bis zum Bruch erhebliche elastische Verschiebungen ertragen, im besonderen elastische Körper.

Auch bei den erwähnten bleibenden Verschiebungen (des Siegellackes, des Glases) tritt, je nach der Natur des Körpers und je nach der Geschwindigkeit, mit welcher die Gestaltsänderung erzwungen wird,

früher oder später ein Bruch ein, d. h. an irgend einer Stelle vermögen die der einwirkenden Kraft folgenden kleinsten Teilchen nicht mehr mit ihren Nachbarn in Fühlung zu bleiben, wie die Riege einer spielenden Kinderschar abreisst, wenn einige Schwächlinge in derselben sich befinden, oder das Spiel gar zu lebhaft wird. Man nennt nun diejenigen Körper, welche eine grössere bleibende Umgestaltung ertragen, ohne zu brechen, bildsame Körper.

Der Grad der Bildsamkeit kann durch die Behandlung des Gegenstandes vergrössert oder verringert werden. Wenn man die kleinsten Teile, abgesehen von der Geschwindigkeit der Einwirkung, in ihrem Bestreben mit den benachbarten im Zusammenhang zu bleiben unterstützt, indem man z. B. einen Stab, welcher durch Ziehen verlängert wird, gleichzeitig von allen Seiten drückt, so ist die Umbildung in viel höherem Grade durchzuführen, als wenn man die Zusammenhangskräfte sich selbst überlässt. Man erkennt das sehr gut an einem Wachsstab, welcher gezogen und gleichzeitig — vielleicht mittels eines Spachtels — winkelrecht zu seiner Länge zusammengedrückt wird.

Die äusseren Kräfte wirken zunächst nur auf die Oberflächen der festen Körper; sie werden von dort aus von Teilchen zu Teilchen auf den ganzen Körper übertragen, aber wegen der elastischen Nachgiebigkeit nicht an alle Punkte in gleichem Masse. Bringen jene äusseren Kräfte nun eine bleibende Gestaltsänderung hervor, so tritt diese naturgemäss da in höherem Grade auf, wo die einwirkenden Kräfte ungeschwächt auftreten, als an allen übrigen Stellen, wie auch die bleibenden Verschiebungen im Innern des Körpers sehr verschieden ausfallen, je nach der Grösse der Kräfte, welche in dem einzelnen Punkte noch wirksam ist.

Diese Verschiedenartigkeit der bleibenden Umgestaltungen muss notwendigerweise eigenartige Spannungszustände innerhalb des Körpers hervorbringen, sobald die wirksam gewesenen äusseren Kräfte in Wegfall kommen. In manchen der Punkte bleiben Zugspannungen, in manchen Druckspannungen zurück, welche innerhalb der Elasticitätsgrenze liegen, in anderen finden sich geringe oder gar keine Spannungen. Es liegt auf der Hand, dass ein derartig behandelter Körper ganz andere Festigkeitserscheinungen hervorbringt, als ein Körper, dessen kleinste Teilchen sich gegenseitig mit gleicher Kraft anziehen und abstossen.

Da auch Temperaturänderungen eine Verschiebung der Körperteilchen herbeiführen, und die Wärmezu- wie Abfuhr, wie eine andere äussere Kraft durch die Oberfläche des Körpers stattfindet, da ferner allgemein durch Steigerung der Temperatur auch die Verschiebbarkeit der Teilchen zunimmt, beziehungsweise der Widerstand gegen die Verschiebung abnimmt, so können den obigen ähnliche Spannungsverschiedenheiten im Innern des Körpers auf folgendem Weg entstehen: der Körper war gleichförmig durchwärmt, indem man ihn längere Zeit einer gleichförmigen Temperatur aussetzte. Man entzieht ihm nun so rasch als möglich den grössten Teil der Wärme. Die äusseren als die zuerst von der Wärmeanziehung betroffenen Schichten ziehen sich zusammen, die

innern, z. Zeit noch heissen, vermögen noch nicht zu folgen, sodass eine Verschiebung zwischen jenen und diesen stattfinden muss, welche durch die noch grosse Verschiebbarkeit der heissen Teilchen erleichtert und deshalb über die Elasticitätsgrenze hinaus ausgedehnt wird. Allmählich werden auch die inneren Teilchen kälter, auch sie wollen einen kleineren Raum einnehmen, werden aber daran seitens der früher abgekühlten Teilchen gehindert, da die Verschiebbarkeit eine sehr geringe, vielleicht eine bleibende Verschiebung durch die vorhandenen Kräfte überhaupt unmöglich geworden ist. Die naturgemässe Folge ist das Zurückbleiben mehr oder weniger grosser Spannungen, die unter Umständen ohne eine andere äussere Beeinflussung als diejenige der Wärme zum Bruch des Körpers führen, unter Umständen aber besonders grossen Widerstand gegen äussere Kräfte hervorbringen, sonach jedenfalls die Festigkeitseigenschaften des betr. Körpers ganz wesentlich beeinflussen.

Sind solche innere Spannungen, sei es durch die Bearbeitung des Gegenstandes, sei es durch plötzliche Abkühlung desselben entstanden, so lassen sie sich in den meisten Fällen durch vorsichtiges Erwärmen und dem folgendes langsames Abkühlen (Ausglühen der Metalle, Kühlen des Glases) beseitigen, indem das Erwärmen die Verschiebbarkeit der Teilchen so weit erhöht, dass die Spannungen im wesentlichen sich ausgleichen und das langsame Erwärmen das Entstehen neuer Spannungen verhindert. Die Festigkeitseigenschaften derartig behandelter Körper dürften deshalb deren wahre Natur am richtigsten wiedergeben.

Die weiter oben angezogenen Beispiele der bildsamen Umgestaltung setzen voraus, dass die äusseren Kräfte ausschliesslich oder doch vorwiegend ziehend wirken. Es ist nun leicht zu erkennen, dass der Anziehung zwischen den kleinsten Teilen eines Körpers die Erhaltung des Zusammenhanges weit leichter gelingt, wenn die Umgestaltung durch von aussen wirkenden Druck herbeigeführt wird, indem dieser Druck jenen Zusammenhangskräften meistens zu Hilfe kommt. Manche Körper lassen, solange sie durch Druck umgestaltet werden, einen hohen Bildsamkeitsgrad erkennen, während sie unter Einwirkung einer Zugkraft leicht abreissen. Es ist das z. B. der Fall bei dem Formsand, dem mageren Thon u. a. Man nennt solche Körper *kurz*, während z. B. derjenige Thon, welcher auch durch Zug nennenswert umgestaltet werden kann, *lang* genannt wird. Endlich sind die Wärmeverhältnisse bezw. Feuchtigkeitszustände der Körper von bedeutendem Einflusse auf die Bildsamkeit und Elasticität derselben.

Es hängt sonach der Bildsamkeits- wie der Elasticitätsgrad der Körper von mannigfachen Umständen ab.

Ein Körper, welcher vor eintretendem Bruche nur sehr geringe elastische oder bleibende Verschiebungen seiner Teilchen gestattet, heisst *spröde*, derjenige dessen Teilchen unter Einwirkung geringer äusserer Kräfte die weitgehendsten Verschiebungen erleidet, wird *flüssig* genannt.

Die hier in Rede stehenden Eigenschaftswörter lassen sich in folgender Weise gegenüber stellen:

In bezug auf elastische Nachgiebigkeit:	In bezug auf bildsame Nachgiebigkeit:
Spröde	Spröde
elastisch	bildsam, aber kurz
	bildsam, aber lang
	zähe
	dickflüssig
	dünnflüssig.

Das Mass der Kraft, welche erforderlich ist um eine elastische oder bildsame Umgestaltung, beziehungsweise einen Bruch herbeizuführen, heisst im besonderen Festigkeit. Aus den obigen Erörterungen dürfte genugsam erkennbar sein. dass auch die Festigkeit von der Art der Beanspruchung abhängt, dass die Raschheit des Angriffs eine Rolle spielt, aber auch der Widerstand gegen die Umgestaltung ein anderer sein muss, je nachdem dieselben durch Ziehen, Drücken, Biegen, Wringen oder Schieben versucht wird. Man unterscheidet deshalb zwischen Zug- (absoluter), Druck- (rückwirkender), Biegungs- (relativer), Wring- (Torsions-) und Schub- oder Scher-Festigkeit.

Aber noch eine andere zur Festigkeit im allgemeinen gehörende Eigenschaft muss erwähnt werden, nämlich die Härte beziehungsweise deren Gegensatz die Weichheit. Was ist hart? Dem Sprachgebrauch nach ist hart gleichbedeutend mit fest, eine Abschwächung von starr. Diejenigen, welche versucht haben die Härte zu messen erklären sie aber verschieden.

F. Mohs stellte im Anfang dieses Jahrhunderts eine Härtegradleiter auf, welche auf der Ritzbarkeit der einzelnen Körper beruht; sie folgt hier:

1. Talk (lässt sich mit dem Fingernagel ritzen).
2. Steinsalz (Fingernagelhärte).
3. Kalkspat (Kupfer).
4. Flussspat (Eisen 4,5).
5. Apatit (Glas 5 bis 5,5).
6. Feldspat (härtester Stahl 6,5).
7. Quarz (funkt am Stahl).
8. Topas.
9. Korund.
10. Diamand.

Sie leidet an der Unsicherheit des Unterscheidungsmittels, indem sowohl die Fähigkeit zu ritzen als auch diejenige geritzt zu werden — ausser von der Härte — von der Gestalt der zur Berührung gebrachten Körperteile u. a. abhängt, ferner aber das Verhältnis der Härten durchaus nicht, sondern nur die Richtung in welcher sie liegen bestimmt wird.

Calvert und Johnston bezeichneten 1850 [1]) die Härte durch den Druck, welcher im stande ist die durch Fig. 97 abgebildete abgestumpfte Stahlspitze innerhalb einer halben Stunde um 3,5 *mm* in den betreffenden Körper einzudrücken; Hugueny will den Druck als Mass der Härte

[1]) D. p. J. 1850, 152, 129 m. Abb.; 158, 415.

gelten lassen, welcher eine bestimmte Spitze 0,1 mm
auch ist die Steifigkeit des Thones gemessen
durch welchen eine Röhre in den Thon zu senker

Dr. Herz endlich schlägt folgende Erklärur
vor [2]): „Die Härte ist di
„Körper derjenigen Defor
„einer Berührung mit kr
„spricht; und die Härte
„durch den Normaldr
„welcher im Mittelpu
„fläche herrschen muss, damit in einem P
„eben die Elasticitätsgrenze erreichen."

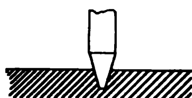


Fig. 97.

Alle diese Erklärungen schliess
Nachgiebigkeit aus; Gummi, ja ein m
als sehr weich bekannte Dinge müs
klärungen schon zu den einigerm
könnte sich diesen Mangel gefall
Nachgiebigkeit ein anderes Eige
selbst dann befriedigen die geg
verfahren aus leicht erkennba
lich an die Stelle des in R
setzen, zumal dieselbe auch
Es ist auch vorgeschlagen
zu lassen.

Nur für Vergleich
nehmende Bearbeitunge
Spitze oder dergl. an

Härte der Metalle

.39	"	17
.68	"	14
7.20	"	13
3.48	"	13
1.08	"	13
73.97	Zinn	90
69,43	"	8
63,01	"	72
53.18	"	57
36,22	"	45
22,11	"	57
15,91	"	61
12.43	"	57
10,20	"	50

Art des Metal

Roheisen (g ... inger) der Härte nach wie
Staffordsh
kalt erl ... u. dergl.
Stahl (u ... baum, Heckenkirsche, Syringe.
Schmie ... Hartriegel, Weissdorn.
obig ... gemeiner Ahorn, Weissbuche
reit ... dorn, Hollunder, Spierlingsbe

... heubaum, Mahalebkirsche, Ak

... Spindelbaum, Rotbuche, Nussbau
... Stieleiche, Traubeneiche, Vogelbe

	·tzung. Gewichtsteile.	Druck kg	Vergleichszahlen Roheisen = 1000	Blei = 1
		816	375	24,0
		655	301	19,3
		589	271	17,3
		453	208	13,3
		399	183	11,7
		363	167	10,7
	—	286	108	6,95
	—	113	52	3,34
	—	59	27	1,73
	—	34	16	1
	·2,95 Kupfer, 17,05 Zink	930	427	27,3
	·9,56 „ 20,44 „	1020	469	30,1
	74,48 „ 25,52 „	1020	469	30,1
	66,06 „ 33,94 „	1029	473	30,3
.	49,32 „ 50,68 „	1315	604	38,7
.	32,74 „ 67,26 „	*)—	—	—
. .	24,64 „ 75,36 „	—	—	—
. .	19,57 „ 80,43 „	—	—	—
. .	16,30 „ 83,70 „	—	—	—
· Sn_5 . .	9,73 Kupfer, 90,27 Zinn	181	83	5,34
·u Sn_4 . .	11,86 „ 88,14 „	208	96	6,31
Cu Sn_3 . .	15,21 „ 84,79 „	227	104	6,68
Cu Sn_2 . .	21,21 „ 78,79 „	295	135	8,68
Cu Sn . . .	34,98 „ 65,02 „	—	—	—
Sn Cu_2 . . .	48,17 „ 51,83 „	—	—	—
Sn Cu_3 . .	61,79 „ 38,21 „	—	—	—
Sn Cu_4 . . .	68,27 „ 31,73 „	—	—	—
Sn Cu_5 . . .	72,90 „ 21,10 „	—	—	—
Sn Cu_{10} . .	84,32 „ 15,68 „	1995	917	58,7
Sn Cu_{15} . .	88,97 „ 11,03 „	1682	773	49,5
Sn Cu_{20} . .	91,49 „ 8,51 „	1379	639	40,9
Sn Cu_{25} . .	93,17 „ 6,83 „	1310	602	38,5
ze mit Zink .	82,05 Kpfr.; 12,82 Zn.; 5,13 Zk.	1224	562	36,0
„ „ .	80,00 „ 10,00 „ 10,00 „	1633	750	48,0
ze mit Zink u. ·i	80 Kpfr.; 5 Zn.; 7,5 Zk.; 7,5 Bl.	748	343	22,0

) Die Metalllegierungen, bei denen die Härtezahlen fehlen, wa
·rbrachen, ehe der Stahlkegel bis zur vorgeschr. Tiefe eingedru

Art des Metalles	Zusammensetzung. Gewichtsteile.	Druck kg	Ve… Roheisen
Zink-Zinn-Leg.			
$Zn\ Sn_2$ . . .	21,65 Zink, 78,35 Zinn	136	6
$Zn\ Sn$ . . .	35,60 „ 64,40 „	149	6
$Sn\ Zn_2$ . . .	52,61 „ 47,49 „	181	8
$Sn\ Zn_3$ . . .	62,43 „ 37,57 „	204	9
$Sn\ Zn_4$ . . .	68,86 „ 31,14 „	229	10
$Sn\ Zn_5$ . . .	73,43 „ 26,57 „	272	12
$Sn\ Zn_{10}$ . . .	84,68 „ 15,32 „	263	12
Blei-Antimon-Leg.			
$Pb\ Sb_5$ . . .	24,31 Blei, 75,69 Antim.	—	—
$Pb\ Sb_4$ . . .	28,64 „ 71,36 „	—	—
$Pb\ Sb_3$ . . .	34,86 „ 65,14 „	397	18
$Pb\ Sb_2$ . . .	44,53 „ 55,47 „	—	—
$Pb\ Sb_1$ . . .	61,61 „ 38,39 „	227	10
$Sb\ Pb_2$ . . .	76,32 „ 23,68 „	174	8
$Sb\ Pb_3$ . . .	82,80 „ 17,20 „	140	6
$Sb\ Pb_4$ . . .	86,52 „ 13,48 „	136	6
$Sb\ Pb_5$ . . .	88,92 „ 11,08 „	133	6
Blei-Zinn-Leg.			
$Pb\ Sn_5$ . . .	26,03 Blei, 73,97 Zinn	90	4
$Pb\ Sn_4$ . . .	30,57 „ 69,43 „	88	4
$Pb\ Sn_3$ . . .	36,99 „ 63,01 „	72	3
$Pb\ Sn_2$ . . .	46,82 „ 53,18 „	57	2
$Pb\ Sn_1$ . . .	63,78 „ 36,22 „	45	2
$Sn\ Pb_2$ . . .	77,89 „ 22,11 „	57	2
$Sn\ Pb_3$ . . .	84,09 „ 15,91 „	61	2
$Sn\ Pb_4$ . . .	87,57 „ 12,43 „	57	2
$Sn\ Pb_5$ . . .	89,80 „ 10,20 „	50	2

Die Hölzer sind (nach Nördlinger) der Härte nach wie ordnen:

Steinhart: Pockholz, Ebenholz u. dergl.

Beinhart: Sauerdorn, Buchsbaum, Heckenkirsche, Syringe.

Sehr hart: Kornelkirsche, Hartriegel, Weissdorn.

Hart: Masholder, Spitzahorn, gemeiner Ahorn, Weissbuche Kirschbaum, Mehlbeerbaum, Kreuzdorn, Hollunder, Spierlingsba benbaum.

Ziemlich hart: Esche, Zwetschenbaum, Mahalebkirsche, Aka binia), Ulme.

Etwas hart: Silberahorn, Spindelbaum, Rotbuche, Nussbaum baum, Apfelbaum, Elsbeerbaum, Stieleiche, Traubeneiche, Vogelbe

Weich: Fichte, Tanne, Rosskastanie, Erle, Birke, Haselnuss, Wachiolder, Lärche, Föhre, Traubenkirsche.

Sehr weich: Weymutskiefer, Pappel, Weide, Linde.

Diese Härtereihe ist bestimmt worden nach dem Verhalten der Hölzer 'egenüber schneidenden Werkzeugen. Die weichsten der angeführten Iölzer lassen sich äusserst leicht mit dem Messer schneiden, die härtesten z. B. Pockholz, Ebenholz, Grenadilholz) sind nur mit Mühe durch die esten schneidenden Werkzeuge zu bearbeiten und nähern sich in dieser 'eziehung mittelharten Metallen, z. B. dem Messing.

Würde die Härte in diesem Sinne, also auch im Sinne Calvert u. ohnsons zahlenmässig in ausgedehntem Masse bestimmt sein, so würden ie betreffenden Werte für alle Bearbeitungen durch schneidende Werkmge hohen Wert haben.

Waltenhofen [1]) hat vorgeschlagen die Elektricität zum Messen der tahlhärte zu benutzen. Es ist möglich, dass dieses Verfahren, obgleich s voraussichtlich keine durch Mass und Zahl ausdrückbare Werte liefert, ir den erwähnten besonderen Zweck einige Bedeutung gewinnt.

B. Messen der Zug- oder Reissfestigkeit.

Man benutzt hierzu Wagen und zwar sowohl Gewichtswagen als ach Federwagen. Es kann nicht Aufgabe des vorliegenden Buches sein, ie mannigfachen Einrichtungen derselben zu erörtern, da einerseits hieri zahlreiche grosse Abbildungen erforderlich sein würden, andererseits ber die Kenntnis der Zugfestigkeit für die Aufbereitung von nur mittelarem Wert ist.

Zu eingehender Kenntnisnahme der betr. Maschinen beziehungsweise eräte wolle man die hier verzeichneten Quellen benutzen. [2])

---

[1]) D. p. J. 1875, **217**, 357.

[2]) Vorwiegend Zugfestigkeitsprüfmaschinen für Metalle:

M. v. Pichler: Die Materialprüfungsmaschinen der 1878er Pariser Weltausstellung, Leipzig 1879.

Alcock: D. p. J. 1871, **200**, 81 m. Abb.
Gravenstaden: D. p. J. 1875, **215**, 306 m. Abb.
Fairbanks: D. p. J. 1878, **228**, 217 m. Abb.
Paris-Lyoner Eisenbahn: D. p. J. 1878, **230**, 454 m. Abb.
Reichseisenbahnen: Zeitschr. f. Baukunde, 1878, S. 529 m. Abb.
Chauvin und Marin-Darbel: D. p. J. 1879, **233**, 105 m. Abb.
Adamson & Co.: The Engineer, Dec. 1879, S. 412 m. Abb.
Universität in London: Engineering, Sept. 1879, S. 214 m. Abb.
" Jan. 1881, S. 51 m. Abb.
Kings College: The Engineer, Okt. 1883, S. 267 m. Abb.
Bureau Veritas: Z. d. V. d. I. 1881, S. 190 m. Abb.
Kennedy's Dehnungsmesser: Z. d. V. d. I. 1881, S. 316 m. Abb.
Riehle: Franklin Journal, 1881, S. 147 m. Abb.
Williamson, z. Vornahme vieler Versuche: D. p. J. 1882, **244**, 41.
Mohr & Federhoff: Z. d. V. d. I. 1882, S. 545 m. Abb.
50 *t* starke Maschine, nach den Verabredungen des deutschen Eisenbahnvereins: Iron, März 1882, S. 220 m. Abb.
Thomasset: Iron, Mai 1882, S. 361 m. Abb.
Buckton & Co.: Engineering, Sept. 1882, S. 256 m. Abb.
Prüfmasch. erhitzten Eisens: The Engineer, März 1882, S. 237 m. Abb.
Ver. Staaten Arsen. Watertown: Engineering, Aug. 1883, S. 147 m. Abb.

oder 1 *qcm* des Querschnitt
...handen war; hier soll das *qm*

... giebt man, sobald dickere M
...en Versuchsstücken gleiche Qu
Ausschneiden, Abdrehen, Abhob
...iessen, weil letztere Bearbeitun
...beeinflussen. Die Festigkeit für 1 *q*
...ei sonst gleichen Stoffen verschie
...stücke aus dickeren oder weniger dic
... was leicht aus der verschiedenen I
...gsweise zu erklären ist.
Versuchsstücke mit Köpfen, welche
...alten in der Versuchsmaschine erleicht
...sten Stücke dehnen sich nicht überall
... allmählich wachsender Spannung erke
... einer Stelle eine deutlichere Querschni
... schliesslich Bruchstelle wird, vergl. Fig.
... gegen die Zugrichtung und das Ausse
... Zustand des Metalles schliessen. Die Bru
...ner als der ursprüngliche Querschnitt des V
...sse der Querschnittsverminderung (Kontrakti
...igkeit des Versuchsstückes. Das ist jedenf
...an die Längendehnung bis zum Bruch als M
..., wie Fig. 98 erkennen lässt, diese Längend
...nem Raum stattfindet, also das Verhältnis di

... Anz. 1883, S. 198 m. Abb.
... Masch. Constr. 1883, S. 245 m. Abb.
...ngsmesser: D. p. J. 1882, **243**, 207 m. Abb.
...ngsmesser: D. p. J. 1884, **252**, 234 m. Abb.
...1884, S. 482 m. Abb.
...der Faserstoffe, Drähte u. dergl.: Jahrbuch d. Wi
...4, S. 347 m. Abb.
...echtl. technolog. Encyklop. 1833, **4**, 501, 511 m. Abb.
... D. p. J. 1853, **130**, 409 m. Abb.
...yt. Centralbl. 1841, S. 198 m. Abb.
...dt: Deutsche Industr. Zeit. 1867, S. 432 m. Abb.
...D. p. J. 1875, **218**, 191 m. Abb.
...D. p. J. 1878, **229**, 518 m. Abb.
...: D. p. J. 1878, **228**, 501 m. Abb.
...: D. p. J. 1880, **235**, 414 m. Abb.
...: Portef. d. mach., Febr. 1884, S. 19 m. Abb.
...: Z. d. V. d. I. 1884, S. 163 m. Abb.
...: D. p. J. 1885, **256**, 309 m. Abb.
...feuthner: D. p. J. 1885, **257**, 277 m. Abb.
...gkeit des Cementes:
...le: D. p. J. 1871, **199**, 260 m. Abb.
...ling: D. p. J. 1877, **224**, 487 m. Abb.
...dt, Gebr. Richle: D. p. J. 1879, **233**, 318 m. Abb.
...aft: Z. d. V. d. I. 1881, S. 315 m. Abb.
Michele: D. p. J. 1885, **257**, 94 m. Abb.

	Zugkraft auf ..n Querschnitt	1 qmm d Quersch Elasticitätsgrenze	Bruch *kg*	E in *kg* für 1 *qmm* bei 15⁰—20⁰	100⁰	200⁰
			..,3	8734	—	—
			—	—	—	—
			..1,3	12449	—	—
		..8	38,9	10519	9827	7862
		..3,1	43,4	17044	—	—
		18,5	29,9	15518	14178	12964
	.10	41,4	77,8	20869	—	—
	..6,88	6,36	59,7	20794	21877	17700
	80,00	70,8	101,8	19549	—	—
..9	65,75	6,36	83,7	19561	19014	17926
12,5	70,00	54,1	89,2	—	—	—
15,0	40,00	19,1	51,0	—	—	—

..stücke, mittlere Werte aus verschiedenen Versuchsergebnissen.

..hnung des Stoffes	Zugkraft f. 1 *qmm* Querschn. Elasticitätsgrenze *kg*	Bruch *kg*	E in *kg* für 1 *qmm*
..n	16,5	38,0	20000
..ch. Walzrichtung . . .	16,5	36,0	20000
. quer z. Walzrichtung	16,5	32,0	20000
l, hart	40,0	65,0	22000
mittel	38,0	55,0	22000
weich	28,0	45,0	22000
eisen	6,0	13,0	10000
'er, gehämmert	3,0	23,0	11600
ing	4,0	12,5	10000
..-Metall	22,2	58,8	—
ze	4,0	23,0	6900
. . . .	—	2,0	9000
. . . .	0,9	1,1	2000
. . . .	—	3,2	4200
..aum, Faserricht.	—	6,9 bis 7,57	—
..che, „	1,63	1,11 „ 15,27	930
.., „	2,72	2,23 „ 14,51	1170
.., „	2,52	5,22 „ 12,10	970
e, „	2,52	7,46 „ 8,67	1180
..., „	2,49	1,11 „ 10,48	1240
„	2,20	1,82 „ 10,40	910

nungen zum Ausdruck bringen. Die Versuche wurden bis zur Dehnung $\overline{oa}$ mit verschiedener, von da ab mit etwa gleicher Geschwindigkeit ausgeführt und zwar wurden für die Dehnung $\overline{oa}$ verwendet:

bei Versuch	1	2	3	4	5	6	7	
	15	33	65	155	315	840	4405	Sekunden
entsprechend	5,20	2,24	1,11	0,445	0,203	0,070	0,012	*mm*

Geschwindigkeit des Schreibstiftes in der Sekunde. Aus den Schaulinien geht nun hervor, dass der Zinndraht, welcher bei dem Versuch 7 innerhalb 4405 Sek. um $\overline{oa}$ gestreckt wurde, als höchstes Mass des Widerstandes nur 2700 *gr* ergab, bei dem in 15 Sek., also mit etwa 450 mal grösserer Geschwindigkeit, durchgeführten Versuche 5100 *gr* grössten Widerstand leistete. Wenn daher bei den Angaben über die Zerreissfestigkeit die für den Versuch verwandte Zeit bisher regelmässig unbeachtet gelassen ist, so sind die zugehörigen Versuchsergebnisse mit entsprechender Vorsicht aufzunehmen.

Unter Hinweis auf die obigen Erörterungen lasse ich hier einige Werte für die Festigkeit, Elasticität und deren Grenze einiger Stoffe folgen.

Die Grösse der Elasticität E drückt man aus durch $\frac{\sigma}{\varepsilon}$, worin σ diejenige Spannung in *kg* für 1 *qmm* bedeutet, welche das Versuchsstück um $\frac{1}{\varepsilon}$ der anfänglichen Länge vergrössert. Man findet sonach, da $E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$ ist, die Spannung, welche bei der Verlängerung um $\frac{1}{\varepsilon}$ eintritt zu:

$\sigma = \varepsilon \,.\, E$ und die Verlängerung $\varepsilon = \frac{\sigma}{E}$.

1 *mm* dicke Drähte, nach Wertheim (Wüllner, a. a. O. Bd. 1, S. 200 u. 244).

Name des Metalls		Zugkraft auf den Querschnitt: Elasticitätsgrenze *kg*	Bruch *kg*	Zugkraft auf 1 *qmm* d. Quersch.: Elasticitätsgrenze *kg*	Bruch *kg*	E in *kg* für 1 *qmm* bei 15°—20°	100°	200°
Blei	gezogen	0,25	2,07	0,32	2,63	1883	—	—
	angelassen [1]	0,20	1,80	0,25	2,29	1727	1630	—
Zinn	gezogen	0,45	2,45	0,57	3,12	—	—	—
	angelassen	0,20	1,70	0,25	2,17	—	—	—
Gold	gezogen	13,5	27,00	17,2	34,4	8131	—	—
	angelassen	3,0	10,08	3,8	13,8	5584	5408	5482
Silber	gezogen	11,25	29,00	14,32	37,0	7357	—	—
	angelassen	2,75	16,02	3,50	20,4	7140	7274	6874

[1]) Entsprechend erwärmt und langsam gekühlt.

Name des Metalls		Zugkraft auf den Querschnitt Elasticitätsgrenze *kg*	Bruch *kg*	Zugkraft auf 1 *qmm* d Quersch. Elasticitätsgrenze *kg*	Bruch *kg*	E in *kg* für 1 *qmm* bei 15°—20°	100°	200°
	gezogen	0,75	12,90	0,95	16,3	8734	—	—
	angelassen	1,00	—	1,26	—	—	—	—
ır	gezogen	12,00	40,30	15,3	51,3	12449	—	—
	angelassen	3,0	30,54	3,8	38,9	10519	9827	7862
ı	gezogen	26,0	34,10	33,1	43,4	17044	—	—
	angelassen	14,5	23,50	18,5	29,9	15518	14178	12964
	gezogen	32,5	61,10	41,4	77,8	20869	—	—
	angelassen	5,0	46,88	6,36	59,7	20794	21877	17700
ıtahl	gezogen	55,6	80,00	70,8	101,8	19549	—	—
	angelassen	5,0	65,75	6,36	83,7	19561	19014	17926
draht	gezogen	42,5	70,00	54,1	89,2	—	—	—
	angelassen	15,0	40,00	19,1	51,0	—	—	—

:ere Versuchsstücke, mittlere Werte aus verschiedenen Versuchsergebnissen.

Bezeichnung des Stoffes	Zugkraft f. 1 *qmm* Querschn. Elasticitätsgrenze *kg*	Bruch *kg*	E in *kg* für 1 *qmm*
ɜisen	16,5	38,0	20000
ıblech, Walzrichtung . . .	16,5	36,0	20000
, quer z. Walzrichtung	16,5	32,0	20000
., hart	40,0	65,0	22000
mittel	38,0	55,0	22000
weich	28,0	45,0	22000
ɜisen	6,0	13,0	10000
ɛr, gehämmert	3,0	23,0	11600
ing	4,0	12,5	10000
ı-Metall	22,2	58,8	—
ɪe	4,0	23,0	6900
. . . .	—	2,0	9000
. . . .	0,9	1,1	2000
. . . .	—	3,2	4200
ɔaum, Faserricht.	—	6,9 bis 7,57	—
ɑche, „	1,63	1,11 „ 15,27	930
ı, „	2,72	2,23 „ 14,51	1170
ɜ, „	2,52	5,22 „ 12,10	970
ɛ, „	2,52	7,46 „ 8,67	1180
ıe, „	2,49	1,11 „ 10,48	1240
ı, „	2,20	1,82 „ 10,40	910

Bezeichnung des Stoffes	Zugkraft f. 1 *qmm* Querschn. Elasticitätsgrenze *kg*	Bruch *kg*	E in *kg* für 1 *qmm*
Birke, quer geg. d. Faser . .	—	0,82 „ 1,06	—
Rotbuche, „ „ „ „ . .	—	0,65 „ 1,22	—
Erle, „ „ „ „ . .	—	0,17 „ 0,33	—
Eiche, „ „ „ „ . .	—	0,44 „ 0,61	—
Esche, „ „ „ „ . .	—	0,22 „ 0,41	—
Föhre, „ „ „ „ . .	—	0,15 „ 0,59	—
Hainbuche, „ „ „ „ . .	—	0,77 „ 1,01	—
Tanne, „ „ „ „ . .	—	0,12 „ 0,41	—
Ulme, „ „ „ „ . .	—	0,34 „ 0,37	—
Granit, Syenit, Diorit	—	0,3 „ 0,6	—
Kalkstein, Marmor, Dolomit . .	—	0,24 „ 0,4	—
Sandstein	—	0,08 „ 0,3	—
Ziegel	—	0,05 „ 0,07	—
Portlandcement	—	0,1 „ 0,2	—
Wasser	—	0,000 0054 oder 5,4 *kg* auf 1 *qm*.	—

Die Zugfestigkeit der Hölzer quer gegen die Faserrichtung würde im umgekehrten Verhältnisse zur Spaltbarkeit derselben stehen, wenn die betreffenden Zugkräfte stets winkelrecht zu derjenigen Fläche gewirkt hätten, längs welcher das Holz am leichtesten spaltet (die mit der Fläche der Spiegel zusammenfällt). Es möge zur Ergänzung jener Festigkeitszahlen die von Nördlinger aufgestellte Reihe der Spaltbarkeit hier folgen:

Äusserst schwerspaltig: Schwarzbirke, Buchsbaum, Kornelkirsche, Hartriegel, wilde Kirsche, Mahalebkirsche, Vogelbeerbaum, Eibenbaum.

Sehr schwerspaltig: Masholder, gemeine Birke, Weissbuche, Mehlbeerbaum, Weissdorn, Akazie (Robinia), Ulme.

Schwerspaltig: Gemeiner Ahorn, Spitzahorn, Spindelbaum, Esche, Elsbeerbaum, Syringe.

Etwas schwerspaltig: Schwarzföhre, Zwetschenbaum, Kreuzdorn.

Ziemlich leichtspaltig: Nussbaum, Lärche, Hollunder, Rotbuche.

Leichtspaltig: Silberahorn, Rosskastanie, Erle, Haselnuss, gemeine Föhre, Aspe, Stieleiche, Traubeneiche, Weide, Linde.

Sehr leichtspaltig: Tanne, Fichte, Weymutskiefer.

Äusserst leichtspaltig: Silberpappel, kanadische Pappel.

Die Querschnitte dünner, faseriger und überhaupt weicher Körper sind, wie weiter oben dargethan, schwer mit einiger Genauigkeit zu messen, weshalb zweckmässig ist, behufs Angabe der Zugfestigkeit einen besonderen Begriff, nämlich die „Reisslänge“ einzuführen. [1]) Man

[1]) Hartig, über die Festigkeitseigenschaften faseriger Gebilde: D. p. J. 1879, 233, 191.

ıt unter Reisslänge R diejenige Länge eines faden- oder band-en Gebildes in *km*, deren Gewicht den Bruch desselben herbei- Nach S. 80 bezw. 82 ist das Einheitsgewicht γ gleich dem Gewicht ·*bcm* in *gr*, oder gleich dem Gewicht eines *l*, bezw. *cbdcm* in *kg*. [eisst der Querschnitt des Versuchsstückes a in *qmm*, so ist die P in *kg*, mit welcher dasselbe zerrissen wird, hiernach:

$$P = \frac{a}{100} \cdot R \cdot 1000 \cdot 100 \cdot \gamma \cdot \frac{1}{1000}$$

$$P = a \cdot R \cdot \gamma$$

$$R = \frac{P}{a\gamma}.$$

[an kann somit die Reisslänge, sofern der Querschnitt und das tsgewicht bekannt sind, aus der Bruchbelastung berechnen.

[ach S. 00 ist die einheitliche Feinheitsnummer N gleich der-ı Länge in *m*, welche 1 *gr*, oder derjenigen Länge in *km*, welche wiegt. Sonach ist $\frac{1}{N}$ gleich dem Gewicht eines *km* in *kg*, oder:

$$P = \frac{1}{N} \cdot R \text{ in } kg, \text{ d. h.}$$

$$R = P \cdot N.$$

ɛi Benutzung der Feinheitsnummer kann somit die Reisslänge, also lie Festigkeit ausgedrückt werden ohne vorherige Bestimmung des ɔhnittes und Einheitsgewichtes.

[an bestimmt durch Wägen des fadenförmigen oder möglichst ge-ɔandförmigen Versuchsstückes und Vergleichen des beobachteten ɪts mit der Länge desselben die Nummer und unterwirft dasselbe f einer allmählich steigenden, schliesslich zum Bruch führenden Span- P, um so die Unterlagen zur einfachen Berechnung der Reisslänge alten.

o, und auf anderen Wegen sind nach Hartig folgende Zahlen gewonnen:

Name des Stoffes	Zugfestigk. *kg* f. 1 *qmm*	Einheits-gew.	R *km*
aht	2	11,3	0,18
sen	13	7,2	1,8
iemen	3	1,1	2,7
rdraht	42	9,0	4,7
ɔdeisen	40	7,7	5,2
vollhaar	11	1,32	8,3
ser	—	—	10,0
.. d. Faserricht.	8	0,75	10,7
ahldraht	145	7,95	18,2
faser	—	9,64	17,8
wollfaser	34	1,49	23,0
faser	36	1,50	24,0
ide	40	1,30	30,8
ıhanf	—	—	31,8

dergl. gewinnt man durch
Bild[1]). Befinden sich im
Länge λ nebeneinander und
bei dem Zerreissversuch
entsprechende Gleichförmig-
festgehalten, treten also dem
entgegen, wenn:

wird auf seine Zerreissfestigkeit in
widerstand der z Fasern darf als in
stehend angenommen werden, längs
gleitet. Ferner darf angenommen
in der einen Klemme festgehalten
befinden, welche die andere Klemme
der Länge $x - \frac{x}{2z}$, die nächst kürzer
endlich um $\frac{x}{2z}$ zwischen die gegen
Summe der Gleitlängen beträgt:

$$(z-3) + \ldots\ldots + 1 \}$$

widerstand für 1 *mm* Länge in *gr*, so wird
$\mu = \frac{n.x}{\lambda} . x . \mu = \frac{n}{\lambda} x^2 \mu$ während die
festigkeit jeder $\varkappa$ *gr* beträgt, den Wider-
$\left(\frac{n.x}{\lambda} \right) \varkappa = n\varkappa - \frac{n.x}{\lambda} \varkappa$ somit der Ge-
$\frac{\varkappa}{\lambda} \mu + n\varkappa - \frac{n.x}{\lambda} \varkappa$. Für $x = 0$, d. h.
Fasern gleitet, alle zerrissen werden müssen,

dass letzterer Ausdruck auch gültig ist

noch wenig bekannt; sie schwanken zwischen
Dehnung) und 0,015 (scharf zusammenge-

Reisslänge der Baumwollfaser zu 23 *km*, diejenige

1879. 233. 192.

der Schafwolle zu 8,3 *km* angegeben; die Reisslänge baumwollner Kettengarne[1]) ist zu 11,1 bis 22,7 *km*, diejenige wollner Kettengarne zu 5,79 bis 8 *km* gefunden.

Hartig verlangt von gutem Papier mindestens folgende Reisslängen[2]):

Papierart	Reisslänge R	Bruchdehnung zur Länge	Erfordert Arbeit *mk* f. 1 *gr*
Fliesspapier, weisses	0,9 *km*	0,01	0,006
Druckpapier, Harzleimung	2,0 „	0,02	0,027
Konzeptpapier	3,0 „	0,025	0,05
Reinschrift- u. Briefpapier	4,0 „	0,03	0,08
Geschäftsbücher, Urkundenpapier, Aktendeckel: Harzleimung	4,5 „	0,035	0,105
Geschäftsbücher, Urkundenpapier, Aktendeckel: tierische Leimung	5,5 „	0,045	0,165
Pergamentpapier	5,4 „	0,048	0,173

Hoyer[3]) giebt als zu fordernde Reisslängen guten Papieres an:

	Reisslänge R	Bruchdehnung zur Länge	Gewicht von 1 *qm* in *gr.*
1. Urkunden- und Bücherpapier, tierisch geleimt	5,0 *km*	0,04	100
2. Dasselbe mit Harzleimung	4,5 „	0,035	100
3. Kanzlei-, Brief-, Reinschriftpapier	4,0 „	0,03	90
4. Konzeptpapier	3,0 „	0,025	70
5. Druckpapier, geleimt	3,0 „	0,025	70
6. Fliesspapier	1,0 „	0,015	60

Hartig fand die Reisslänge sächsischen Standesamtspapieres zu 4,87, diejenige gleichem Zweck in Schlesien dienenden zu 3,01; bei bestem Aktenpapier von 1734: $R = 6{,}5$ *km* und bestem japanischen Schreibpapier: $R = 6{,}68$ *km*. Zellstoffpapier (mittels schweflichsaurem Kalk gewonnener Zellstoff) hatte im Mittel 3,5 *km* Reisslänge[4]).

Wagen zum Prüfen der Garnfestigkeit findet man i. d. Quellen beschrieben[5]).

C. Messen der Druckfestigkeit.

Man benutzt als Versuchsstücke Würfel oder doch stabförmige Körper, welche nicht länger sind als ihre Dicke beträgt. Das Gelingen

---

1) D. p. J. 1884, **251**, 343.
2) D. p. J. 1881, **241**, 106.
3) E. Hoyer, das Papier, seine Beschaffenheit und deren Prüfung, München 1882, S. 28.
4) D. p. J. 1885, **256**, 436.
5) **Frühling**, D. p. J. 1877, **224**, 491; Hausner 1878, **228**, 501 m. Abb. **Schläpfer** u. **Holzbach**; Z. d. V. d. I. 1886, S. 412 m. Abb.

des Versuchs hängt von dem möglichst genauen Decken der drückende mit den gedrückten Flächen ab. Wegen der notwendigerweise geringe Länge der Versuchsstücke ist das Mass der Elasticität nur sehr schw zu bestimmen; man nimmt die bei Druck auftretende elastische Nacl giebigkeit allgemein als der Zugelasticität gleichwertig an.

Während bei der Prüfung auf Zugfestigkeit an der Bruchstelle ei Einschnürung des Querschnittes entsteht, nimmt das gedrückte Versuch stück eine fassförmige Gestalt an und berstet schliesslich ziemlich u regelmässig.

Zu den Versuchen werden vielfach dieselben Wagen, oder Festi keitsprüfmaschinen verwendet, welche für die Untersuchung der Zu festigkeit dienen; auch werden Vorrichtungen gebaut, welche nur zu Messen der Druckfestigkeit bestimmt sind[4]).

Einige Mittelwerte beobachteter Druckfestigkeit mögen hier folge

Name des Stoffes	E	Druck an der Elasticitätsgrenze *kg* auf 1 *qmm*	Druck bei eintretendem Bruch *kg* auf 1 *qmm*
Stabeisen	20000	16,5	30
Eisenblech, Walzrichtung . .	20000	16,5	29
„ quer zur Walzrichtung	20000	16,5	26
Stahl, hart	22000	40	79
„ mittel	22000	34	67
„ weich	22000	28	55
Gusseisen	10000	16	78
Kupfer, gehämmert	11600	—	57
Messing	10000	—	90
Delta-Metall	—	—	95,4
Blei	2000	—	5,0
Kiefernholz	1100	1,2	4,5
Fichtenholz	1200	1,2	3,8
Tannenholz	1200	1,2	4,0
Lärchenholz	1000	1,2	3,5
Eichenholz	1200	1,2	5,0
Buchenholz	1100	1,2	4,8
Erle	1100	1,2	4,5
Quarz	—	—	12
Granit, Syenit, Diorit	1,2 bis 5	—	8 bis 16
Kalkstein, Marmor, Dolomit	1,7 bis 5,6	—	6 bis 10
Sandstein	0,45 bis 3,7	—	2 bis 8
Ziegel	—	—	1,2 bis 2
Portlandcement	—	—	0,8 bis 1,
Portlandcementmörtel	—	—	1 bis 3
Gegossenes Glas, 5 bis 15 *mm* dick	8000	—	17

[4]) Schickert, D. R. P. No. 1879, W. d. V. d. I. 1882, S. 299 m. Abb. Le Chatelier, Z. d. V. d. I. 1886, S. 404 m. Abb.

D. Die Biegungsfestigkeit
wird ebenfalls mittels der vorhin angezogenen Maschinen, unter Einschaltung geeigneter Vorrichtungen gemessen.

E. Die Wring- oder Torsionsfestigkeit
hat für die mechanische Aufbereitung so gut als gar keine Bedeutung. Zu etwaigem Studium derselben empfehle ich die unten verzeichneten Quellen [1]).

F. Messen der Schub- oder Scherfestigkeit.

Behufs desselben wird das Versuchsstück gewöhnlich der Einwirkung dreier harter Stahlflächen, welche bei Verfolgung ihres Weges dicht aneinander vorbeistreifen, ausgesetzt. Die mittlere Fläche wird gegen die beiden Nachbarflächen oder jene gegen diese, und zwar so verschoben, dass die beiden äusseren Flächen stets in gleicher Höhe sich befinden. Auch wird das Versuchsstück einseitig eingespannt, und die den Schub ausübende oder scherende Kante sehr nahe über der Einspannstelle hinweg bewegt.

Mittlere Versuchsergebnisse sind folgende:

Bezeichnung des Stoffes	Scherfestigkeit *kg f. 1 qmm*
Schmiedeisen und Eisenblech	39,0
desgl. dunkelrot	8,8
Stahl, hart bis weich	54,0 bis 37,0
Kupferblech	20,5
Zinkblech	9,0
Zinn	2,1
Blei	1,8
Buche, Fasernrichtung	0,7
Eiche, „	0,6 bis 1,0
Hainbuche, „	0,8 „ 1,0
Nadelhölzer, „	0,4 „ 0,5
Holz, quer gegen die Faser	im grossen Mittel 1,25

G. Messen der Sprödigkeit beziehungsweise Zähigkeit und Bildsamkeit.

Früher wurde erwähnt, dass man denjenigen Körper als spröde bezeichne, welcher vor eintretendem Bruch nur eine geringe (elastische oder bleibende) Verschiebung seiner Teilchen gestatte. Diese Erklärung des Wortes Sprödigkeit dürfte sich mit dem Sinn, welcher der Sprachgebrauch demselben unterlegt, am besten decken. Man erhält sodann als Mass der Sprödigkeit das Umgekehrte der (elastischen und bleibenden) Dehnung, welche der Körper bis zum Eintreten des Bruches erträgt.

---

[1]) Tresca: Polyt. Centralbl. 1872, S. 160.
Wüllner, Exper.-Physik, 4. Aufl., Bd. 1, S. 216.
Thurston: D. p. J. 1875, **216**, 1, 97, 465, **217**, 261, 345 m. Abb. 1876, **220**, 193.
Kick: D. p. J. 1875, **218**, 185.
Masch. d. Universit. i. London: Z. d. V. d. I. 1881, S. 179 m. Abb.

Bei Zugfestigkeitsversuchen verteilt sich jedoch, wie schon erwähnt, die bleibende Dehnung nicht gleichmässig über die ganze Länge, indem an der Bruchstelle eine mehr oder weniger starke Einschnürung sich bildet; man kann daher die bei diesen beobachteten Dehnungen, sofern sie vorwiegend bleibende sind, nur zum Vergleichen der Sprödigkeit zweier oder mehrerer in gleicher Länge eingespannter Stücke benutzen, namentlich wenn, wie gebräuchlich, die in Rede stehende Bruchdehnung in Teilen, gewöhnlich Hunderteln der Einspannungslänge ausgedrückt wird.

Es ist ferner vorgeschlagen die Sprödigkeit als im umgekehrten Verhältnis zu der zum Bruch nötigen Arbeit, bezogen auf die Gewichtseinheit des Stoffes stehend anzunehmen. Diese Deutung des Wortes hat manches für sich, solange es sich um stab-, band- oder fadenförmige Körper handelt. Man denkt nämlich bei dem Worte Sprödigkeit an die Zerbrechlichkeit gegenüber den zufällig auftretenden Kräften. Diese aber dürften — es handelt sich um die Kräfte der Menschen — im allgemeinen dem Gewicht des Gegenstandes angemessen sein; einen leichten Gegenstand greift man unwillkürlich weniger derb an als einen schweren. Aber auch bei Einwirkung anderer als Menschenkräfte dürfte die, zur Herbeiführung eines Bruches erforderliche mechanische Arbeit zu einem Anhalt über die Sprödigkeit des betreffenden Stoffes dienen können.

Winkler deutet (in seiner Festigkeitslehre, S. 2) die Sprödigkeit beziehungsweise Zähigkeit wie folgt: „Je nachdem nach dem Überschreiten „der Elasticitätsgrenze noch eine grosse oder nur eine kleine bleibende „Formänderung eintritt, nennen wir denselben zähe oder spröde". Derselbe schliesst also die elastische Umgestaltung bei Beurteilung der Zähigkeit bezw. Sprödigkeit aus.

Reuleaux sagt S. 3 seines Konstrukteurs (2. Aufl.): „Materialien, „welche grosse Unterschiede zwischen den zusammengehörigen Bruch- u. „Tragmodeln (Widerstand bei Eintreten des Bruches $= K$ und bei der „Elasticitätsgrenze $= T$) zeigen, besitzen in hohem Grade die Eigen- „schaft der Zähigkeit" .... „Die Zähigkeit ... kann wenigstens an- „nähernd bemessen werden aus dem Quotienten $\frac{K}{T}$". Das ist eine ganz andere, und wie sogleich ausgesprochen werden mag unhaltbare Deutung. Aus den, von Hugo Fischer[1]) gewonnenen Schaulinien, welche Dehnung und zugehörigen Widerstand darstellen, geht deutlich hervor, dass der Widerstand seinen grössten Wert zwischen der Elasticitätsgrenze und dem Bruch erhält und dass die schliesslich den Bruch herbeiführende Kraft K unter Umständen kleiner sein kann als diejenige T der Elasticitätsgrenze. Es würde in diesem Fall der Reuleaux'sche Zähigkeitsquotient unter 1 sinken und zwar namentlich bei sehr zähen Stoffen, bei welchen die erhebliche Verkleinerung des Querschnitts den Widerstand gegen das Abreissen sehr klein erscheinen lässt. Der bemerkenswerte Hugo Fischer'sche Versuch hinsichtlich des Einflusses der Geschwindigkeit, mit welcher die Beanspruchung stattfindet — welcher allerdings auch den Wert der

---

[1]) D. p. J. 1884, **251**, 337 u. s. f.

anderen Deutungen wesentlich herabdrückt — zeigt deutlich, dass der Ausdruck $\frac{K}{T}$ nicht die Zähigkeit des Stoffes wiedergiebt.

Hugo Fischer hat einen Begriff in die Festigkeitslehre eingeführt, welcher zur Erklärung dessen Auffassung über die Grösse der Bildsamkeit erwähnt werden muss, nämlich den Elasticitätsgrad ε [1]). Derselbe versteht unter diesen Namen das Verhältnis der Arbeit, welche die elastische Umgestaltung erfordert zu derjenigen, welche bis zu eintretendem Bruch von der bleibenden Umgestaltung in Anspruch genommen wird. Später [2]) ändert derselbe die Deutung des Elasticitätsgrades ε dahin, dass letzterer das Verhältnis der zur elastischen Verschiebung der Teilchen verwendeten Arbeit zur gesamten Arbeit bezeichne. Derselbe stellt dann als Mass der Bildsamkeit B den Ausdruck auf:

$$B = \frac{z}{\varepsilon \, . \, T_2}$$

in welchem z die Zähigkeit $= \frac{\text{Gesamtdehnung}}{\text{Anfangslänge}}$, ε den erwähnten Elasticitätsgrad und T_2 die Traglänge, d. h. diejenige Länge des Stabes in *km*, deren Gewicht der Spannung an der Elasticitätsgrenze entspricht, bedeuten. Hiernach hat Hugo Fischer folgende Reihen zusammengestellt. Es sind, was nicht unerwähnt bleiben darf, ohne besondere Begründung von den in der Versuchsmaschine erhaltenen Schaulinien diejenigen Stücke unbeachtet gelassen, welche jenseits des Höhenpunktes der Spannung (vergl. Figur 98) liegen.

Reissfestigkeit *kg* für 1 *qmm*		Verhältnis der Reisslängen		Verhältnis der Elasticitätsgrade ε	
Zinn	1	Blei	1	Zinn	1
Blei	1	Zinn	2	Silber	5
Gold	11	Gold	6	Zink	6
Zink	13	Platin	10	Kupfer	8
Aluminium	14	Silber	18	Gold	10
Magnesium	14	Zink	20	Nickel	10
Silber	17	Kupfer	30	Tombak	10
Platin	22	Tombak	40	Messing	12
Kupfer	24	Messing	44	Eisen	14
Eisen	30	Phosphorbronze	44	Aluminium	15
Phosphorbronze	34	Eisen	51	Blei	16
Tombak	34	Aluminium	55	Neusilber	17
Messing	36	Neusilber	59	Magnesium	139
Nickel	48	Nickel	61	Stahl	222
Neusilber	49	Magnesium	92		
Stahl	80	Stahl	113		

[1]) D. p. J. 1882, **245**, 67.
[2]) Civilingenieur, Bd. 30, S. 403.

Bei Zug[illegible]
die bleibend[illegible]
an der Bru[illegible]
bildet; man [illegible]
sie vorwiegen[illegible]
oder mehren[illegible]
lich wenn, w[illegible]
gewöhnlich [illegible]
Es ist [illegible]
Verhältnis [illegible]
einheit des [illegible]
manches fü[illegible]
Körper ha[illegible]
Zerbrechlic[illegible]
dürften [illegible]
meinen de[illegible]
Gegenstand [illegible]
Aber auch [illegible]
Herbeiführ[illegible]
Anhalt üb[illegible]
Wink[illegible]
beziehungsw[illegible]
„der Elasti[illegible]
„Formände[illegible]
selbe schli[illegible]
keit bezw.
Reule[illegible]
„welche ge[illegible]
„Tragmod[illegible]
„Elasticitä[illegible]
„schaft der
„nähernd [illegible]
andere, u[illegible]
Aus den, [illegible]
und zugle[illegible]
Widerstand [illegible]
Bruch erhä[illegible]
unter Ums[illegible]
Es würde [illegible]
sinken und [illegible]
hebliche V[illegible]
reissen sehr [illegible]
Versuch hin[illegible]
Beanspruchun[illegible]

[illegible] zum Bruche [illegible] Arbeiten		Verhältnis d[illegible] Bildsamkeite[illegible]	
[illegible]	1	Stahl	
[illegible]	8	Magnesium	
[illegible]	11	Eisen	
[illegible]	13	Aluminium	
[illegible]	19	Neusilber	
[illegible]	37	Nickel	
[illegible]	57	Platin	
[illegible]	66	Tombak	
[illegible]	93	Messing	
[illegible]	98	Gold	
[illegible]	120	Kupfer	
[illegible]	156	Zink	
[illegible]	172	Blei	
[illegible]	182	Silber	2
[illegible]	218	Zinn	45
[illegible]bronze	320		

[illegible] Reihen miteinander, so stösst [illegible] kann mit Zimmermann[1]) recht [illegible] grundsätzlich richtig ist Begriffe [illegible]keit wissenschaftlich fassen un[illegible] versehen zu wollen; ob es nicht zw[illegible] [illegible] denjenigen Eigenschaften [illegible] bedingen, und solchen Merkm[illegible] [illegible] leicht zugänglich sind, für [illegible]".

[illegible] Zähigkeit und Bildsamkeit, abges[illegible] [illegible] verschiedenen Deutungen dersel[illegible] [illegible] dem Grade der Einschnürung ([illegible] [illegible]) welche an der Stelle des durch[illegible] [illegible]spannung schliesslich hervorgebrac[illegible] [illegible] sich ausbildet, zu finden. Bei [illegible]förmigen Stoffen ist der Flächenin[illegible] [illegible] Bruchfläche zuweilen nur halb so g[illegible] [illegible] der ursprüngliche Querschnitt, ja [illegible] noch weiter gehende Einschnürun[illegible] [illegible] Das bedeutet ein hochgradiges [illegible] [illegible], trotz weitgehender Verschiebung [illegible] Teilchen die letzteren in ge[illegible] [illegible] Zusammenhange zu erhalten.

[illegible] vortrefflicher Weise dient zu gegen[illegible] [illegible] Schätzung der Zähigkeit das Bie[illegible] [illegible] Versuchsstücke. Ein Stab [illegible] Fig.

[1]) D. p. J. [illegible] 1884, S. 471.

erfährt, wenn derselbe aus seiner ursprünglichen Gestalt durch allmähliches Biegen in die Gestalt *B* übergeführt wird, sehr weitgehende Verschiebungen seiner Teilchen; an der Aussenseite der Biegung findet eine bedeutende Streckung, an der inneren Seite derselben eine Verkürzung, Stauchung statt. Es ist die Gestaltsänderung nur möglich durch weitgehendes Fliessen der in Frage kommenden kleinsten Teilchen von einer Stelle zur andern (welches während des Versuchs recht gut beobachtet werden kann). Nimmt man an, dass die dem Versuchsstücke zugemutete Streckung gleich sei der auf entgegengesetzter Seite eintretenden Stauchung (was zu günstig sein dürfte) so ist das Verhältnis der Streckung zur ursprünglichen Länge:

$$\frac{2 \cdot d \cdot \frac{\pi}{2} - d\frac{\pi}{2}}{d\frac{\pi}{2}} = 1,$$

d. h. die Streckung beträgt unter der gemachten Voraussetzung ebensoviel wie die ursprüngliche Länge. Gutes Schmiedeisen muss diesen Biegungsversuch — sofern er mit entsprechender Vorsicht ausgeführt wird — im kalten Zustande aushalten, ohne dass irgend welche Risse oder Sprünge sich einstellen; ich besitze zahlreiche hierher gehörige Versuchsstücke, unter denen nur wenige eingebrochene sich befinden. Weniger zähe Stoffe werden nach grösserem Krümmungshalbmesser gebogen, so z. B. in der Weise, dass zwischen den beiden gleichlaufenden Schenkeln des Versuchsstückes eine Dicke desselben Platz findet; es wird alsdann, unter den früheren Voraussetzungen, die Streckung an der Aussenfläche = der halben ursprünglichen Länge. Andere Stoffe (z. B. Telegraphendraht aus Flusseisen) müssen sich mehrere Male zusammen und zurückbiegen lassen bevor der Bruch eintritt.

Sollte nicht zur Beurteilung der Brüchigkeit des Papieres der Biegeversuch geeigneter sein als die Anspannung in der Zerreissmaschine? ist doch die bei diesem Biegeversuch in Anspruch genommene Dehnbarkeit diejenige, welche man von dem Papier verlangt.

Ich muss diese Erörterung mit Hervorhebung der Thatsache schliessen, dass z. Z. noch keine allgemein anerkannte Begriffsfeststellung der Sprödigkeit und Zähigkeit vorliegt, also auch keine allgemein gültigen Messverfahren vorhanden sein können.

Man weiss dagegen recht gut, was unter Bildsamkeit zu verstehen ist, ohne jedoch sie in Zahlen ausdrücken zu können.

H. Messen des Flüssigkeitsgrades.

Würde man im stande sein die Bildsamkeit in Abgeleiteten der gewöhnlichen Masse (Länge, Kraft, Zeit) auszudrücken, so würde es sich lohnen den höchsten Grad der Bildsamkeit, nämlich die Flüssigkeit in das Bereich der betreffenden Bezeichnungsart zu ziehen, die Lücke, welche zwischen dem Begriff fest und dem anderen flüsssig, wegen der Unbestimmtheit der Begriffe zähe bis dickflüssig vorhanden ist, auszufüllen. Zur Zeit kommt man ebenso weit durch das Messen der Ausflussgeschwindigkeit aus einer bestimmten Öffnung, unter bestimmten Druck und — da

die Temperatur einen erheblichen Einfluss übt — bestimmter Temperatur.

Nasmyth[1]) versuchte, die Flüssigkeit (des Öles) mittels einer wenig geneigten Eisenplatte, welcher das Öl entlang zu fliessen hatte, zu bestimmen. Vogel[2]) bestimmte die Ausflusszeit durch eine am untern Ende eines Gefässes angebrachte Röhre. Während des Ausfliessens musste die Luft, welche zur Ausfüllung des über der Flüssigkeit entstehenden leeren Raumes diente, von unten durch die Flüssigkeit eintreten. Coleman[3]) umgab das Gefäss, in welchem das zu untersuchende Öl sich befand, mit einem mantelförmigen Hohlraum, in welchen, behufs Erwärmung des Öles Dampf geleitet werden konnte, liess die Luft von oben frei in das Gefäss eintreten und brachte in der, nach unten hängenden Abflussröhre einen Hahn an, mit Hilfe dessen der Versuch zu bestimmter Zeit begonnen werden konnte; im übrigen wurde auch die Ausflusszeit beobachtet. Ferd. Fischer[4]) hat die Vorrichtung dahin vervollkommnet, dass auch die Ausflussröhre *a*, Fig. 101, erwärmt wird, und ein Ventil *c*, welches während des Versuchs hoch emporgehoben wird, um jede Störung des Ausflusses zu vermeiden, zur Absperrung der Ausflussröhre dient. Die Stange des Ventiles wird durch einen dreiarmigen Stern *o* gegenüber dem Ölgefäss *A* geführt, und die beiden Gefässe *A* und *B* sind, ausser durch die Aussflussröhre *a* mittels Arme *e* miteinander verbunden. Die Erwärmung soll mittels warmen Wassers stattfinden. Engler[5]) hat das Gerät niedriger gemacht, um den Wechsel der Druckhöhe während des Ausfliessens möglichst klein werden zu lassen. Engler lässt zunächst 200 *ccm* Wasser von 20° Temperatur aus seinem Gerät fliessen, reinigt letzteres sorgfältigst und benutzt es nunmehr für das zu untersuchende Öl. Heisst die Zeit welche das Wasser für den Ausfluss nötig hatte Z_w und die für das Öl erforderliche $Z_{\ddot{o}}$ so nennt Engler $\frac{Z_{\ddot{o}}}{Z_w}$ die „spezifische Viskosität", oder den „Viskositätsgrad". Ich glaube dass der Name „Flüssigkeitsgrad" und zwar für den Wert $\frac{Z_w}{Z_{\ddot{o}}}$ verständlicher ist.



Fig. 101.

Der Ausfluss findet bei den hier genannten Messgeräten unter allmählich geringer werdender Druckhöhe statt. Beachtet man nun, dass die Druckhöhe für zwei Dinge, nämlich zur Hervorbringung der Ausflussgeschwindigkeit und zur Überwindung der Reibung des ausfliessen-

---

1) D. p. J. 1851, **119**, 73.
1) D. p. J. 1863, **168**, 267 m. Abb.
2) D. p J. 1873, **210**, 203 m. Abb.
3) D. p. J. 1880, **236**, 494 m. Abb.
4) Z. d. V. d. I. 1885, S. 882 m. Abb.

en Flüssigkeitsstranges verwendet wird, dass aber die letztere allein den 'lüssigkeitsgrad zum Ausdruck bringt, so kommt man bald zu dem chluss, dass den erwähnten Messgeräten erhebliche Fehlerquellen anaften, sie nur zum Vergleichen der in einem und demselben Gerät beandelten Flüssigkeiten dienen können.

Hagen berichtet[1]) über den Einfluss der Wärme auf die Dünnüssigkeit des Wassers, welchen derselbe bei Röhren, deren Länge etwa 00 mal grösser war als ihre Weite beobachtete. Derselbe erörtert, auf rund der durch Versuche gewonnenen Zahlen, die Vorgänge beim Aususs, die Art der Reibungswiderstände, d. h. die Widerstände, welche urch gegenseitige Verschiebung der kleinsten Teilchen der Flüssigkeit itstehen; es ist unschwer aus der Darlegung und den angegebenen ahlen zu erkennen, dass das Massgebende des Flüssigkeitsgrades um so entlicher hervortritt, je länger die Ausflussröhre gegenüber ihrer Weite t. Es dürfte deshalb zweckmässig sein das Verhältnis der Länge der usflussröhre gegenüber ihrer Weite zu vergrössern und die Ausflussihre wagrecht zu legen. Die in der Zeiteinheit ausfliessende Raumenge M ist, wenn $p_1 - p_2$ den Druck, unter welchem der Ausfluss statt-idet, o die Weite der Röhre, L die Länge derselben, und η die von m Flüssigkeitsgrade abhängige Grösse bezeichnet:

$$M = \frac{2 \cdot \pi (p_1 - p_2)}{\eta \cdot L} \cdot r^4 \text{ oder:}$$

$$\eta = \frac{2 \pi (p_1 - p_2)}{M \cdot L} r^4.$$

Man würde auf diesem Wege einen allgemein gültigen Wert über n Flüssigkeitsgrad, der bei verschiedenen Geräten wieder zu finden äre, gewinnen. Wegen genauer Verfolgung der Rechnungen verweise h auf die untenstehende Quelle[2]).

12. Messen der Wärme, bezw. der Temperaturen.

A. Einheiten.

Als Grundlagen für die Temperaturmessung dienen nach Newton's '01 veröffentlichtem Vorschlage die Temperatur des gefrierenden Wassers zw. schmelzenden Eises) und diejenige des siedenden bei einem Luftuck, welcher eine 760 *mm* hohe Quecksilbersäule trägt.

Fahrenheit (Danzig) bezeichnete (1709) die Temperatur des imelzenden Eises mit 32 Grad (32°), die Siedetemperatur mit 212° d die niedrigste Temperatur des Jahres 1709 mit 0°, Réaumur gegen 30 die Temperatur des schmelzenden Eises mit 0°, diejenige des sieaden Wassers mit 80°; Celsius (Upsala) etwas später die erstere mperatur mit 100°, die Siedetemperatur dagegen mit 0°. Erst der ichfolger Celsius', Strömer benannte (in der zweiten Hälfte d. 18. Jahrh.)

---

[1]) Über die Bewegung des Wassers in engen cylindrischen Röhren, Poggenrf's Annalen, 1839, Bd. 46, S. 423 m. Abb.

[2]) Wüllner, Physik, Bd. I, S. 379.

die beiden mehr erwähnten grundlegenden Temperaturen in der jetz meisten gebräuchlichen Weise, nämlich den Gefrierpunkt mit 0°, Siedepunkt mit 100°. Trotzdem ist gebräuchlich dessen Gradanord als diejenige des Celsius zu bezeichnen.

Das gegenseitige Verhältnis der drei z. Z. in Frage komme Gradleitern, nämlich derjenigen Fahrenheit's (F), Réaumur's (R) Celsius', richtiger Strömer's (C) ist sonach, wenn mit $+$ dieje Wärmegrade bezeichnet werden, welche über 0° (in der Richtung dem Siedepunkte) liegen:

$$+32^\circ\ F = 0^\circ\ R = 0^\circ\ C$$
$$+212^\circ\ F = +80^\circ\ R = +100^\circ\ C$$
$$n^\circ\ C = (32+1{,}8\ n)^\circ\ F = \left(\frac{5}{4}\ n\right)^\circ\ R.$$

Man benutzt nun die in Rede stehenden Einheiten ebensowoh Bezeichnung der über dem Siedepunkte als auch der unter dem Ge punkte des Wassers befindlichen Temperaturen; die Temperaturg welche von 0° der betr. Gradleiter nach „unten", d. h. von dem S punkt entgegengesetzt sich anreihen, werden zu ihrer Kennzeichnun dem — Zeichen versehen.

Aus der Einheit des Wärmegrades oder des Temperaturgrade die Einheit der Wärmemenge wie folgt abgeleitet. Die Erwär der Gewichtseinheit Wasser um 1° erfordert eine bestimmte Wärmem (genau genommen nicht bei allen Temperaturen dieselbe, nämlich Regnault wenn bei 0° : 1, bei +230° : 1,0568; nach anderen Beol tern wächst die, von der Gewichtseinheit aufgenommene Wärmem in höherem Masse) und diese nennt man Wärmeeinheit. Meistens wi besonderen als Wärmeeinheit (Calorie) diejenige Wärmemenge versta welche 1 *kg* Wasser um 1° *C.* (und zwar in der Nähe von 0°) z wärmen vermag; so wird der Name Wärmeeinheit im vorliegendem E benutzt werden.

Zuweilen nennt man auch diejenige Wärmemenge Wärmeei welche 1 *gr* Wasser um 1° C., oder 1 Pfd. Wasser um 1° F., auch 1 Gallone Wasser um 1° F. zu erwärmen vermag.

B. Mittel.

Als Mittel zum Messen der Temperaturen dienen das Mass der dehnung fester, tropfbar flüssiger und gasförmiger Körper, die D spannung, die Änderung der Farben, elektrische Erscheinungen endlich die Schmelzbarkeit. Weitere in Vorschlag gebrachte Mittel in dem, mit reicher Quellenangabe ausgerüsteten unten angezo Aufsätzen angegeben[1]).

Die Ausdehnung der in Frage kommenden Körper unterliegt folgenden Unregelmässigkeiten.

---

[1]) Über Thermometer nnd Pyrometer: D. p. J. 1876, **222**, 46 m. 1877, **225**, 272 m. Abb.; 1878, **228**, 90 m. Abb., **230**, 319 m. Abb.; 1879 400 m. Abb.; 1880, **236**, 302 m. Abb.; 1882, **244**, 438 m. Abb.; **1884**, **25** m. Abb., **254**, 158 m. Abb.

...tmosphärischen Luft darf als regel-
...rden, wenngleich, namentlich bei
... gewissen Abweichungen unterliegt.
... ist rund 0,00367 für 1° C. Es ist
derselben von R_t zu R_T, wenn R_0 der
...zw. T Temperatur bezeichne
...0,00367 $(T—t)$ R_0.
... wirkliche räumliche Ausdehnung, welche
die Temperaturzunahme erfährt, gemessen,
...e dieser Luftmenge, welche in einem Ge-
...verhalten sich nun die Spannungen S einer
Luft bei unveränderlicher Temperatur um-
. welche von ihr eingenommen werden, oder
...tsgewichte, d. i. (man vergl. S. 91)

$$\frac{\left(\frac{\gamma_0}{1+0{,}00367\, t_1}\right)}{\left(\frac{\gamma_0}{1+0{,}00367\, t_2}\right)} = \frac{1+0{,}00367\, t_2}{1+0{,}00367\, t_1}$$

$$\frac{S_1 - S_2}{...{,}00367\, S_2} + \frac{S_1}{S_2} \cdot t_1$$

Ausdehnung der Luft bereits[8] 1593 von Galilei zur
...tung benutzt wurde, verwandte Ferdinand II. von
...ie Ausdehnung des Weingeistes, dessen Ausdehnung
umständlichere Ausdrücke einigermassen genau zu be-
Fahrenheit, welcher anfänglich Weingeistthermometer
...utzte von 1714 ab auch Quecksilber, nicht wegen dessen
...rhaltens in bezug auf die Ausdehnung (vergl. letzte Quelle),
...nderen noch zu erörternden Gründen.

...sdehnung anderer Flüssigkeiten verwendet man nicht für
...nden Zweck; wohl aber die Ausdehnung fester Körper. Da
...ltnismässig gering ist, auch der Massstab, mit welchem man
... Änderung der Temperatur entstehende Länge misst, derselben
...ur unterliegt, also sich dementsprechend dehnt, so muss man
...ungen anwenden, welche den Unterschied der Dehnungen beider
...ch stärker dehnenden Körpers, und eines gewissermassen als Mass-
...ienenden sich weniger dehnenden) Körper vervielfältigen, um den-
ablesbar zu machen.

...er Grad der Ausdehnung, mindestens aber die einer bestimmten
...ratur zugehörende Länge eines festen Körpers ändert sich mit der
sodass eine ursprünglich richtige Gradleiter allmählich mehr und
ungenau wird.

...icht die Gesetzmässigkeit der Ausdehnung allein bestimmt die

---

...) Genaue Angaben finden sich in Landoldt u. Börnstein's phys.-chem.
1883, S. 68.

Brauchbarkeit der verschiedenen Stoffe für den vorliegenden Zwec letzt wurde schon erwähnt, dass die festen Körper sich den Temj änderungen gegenüber nicht dauernd gleich verhalten. Auch Quecksilberthermometern treten allmählich Änderungen ein, welc leicht das betreffende Quecksilbergefäss herbeiführt. Vor allen aber ertragen die erwähnten gebräuchlichen Flüssigkeiten nicht Frage kommenden Temperaturen. Der Weingeist siedet bei 78 die Ausdehnung sowohl in der Nähe des Erstarrungspunktes als der Nähe des Siedepunktes stark schwankt, so ist Weingeist n etwa 55° bis herab zu den niedrigsten vorkommenden Temperat benutzen. Quecksilber erstarrt bei etwa — 40° und siedet b + 357°, ist daher nur für Temperaturen verwendbar, welche z + 340° und — 30° liegen.

Für höhere Temperaturen muss man daher — wenn man d dehnung fester Körper nicht benutzen will — nach anderen Mitt umsehen. Unter anderen ist die Spannung des Dampfes, welche Temperatur abhängig ist, benutzt (Thalpotasimeter) [1]) ein Verfahre ches für manchen Zweck durchaus zu empfehlen ist.

Dauernde oder vorübergehende Änderungen der Farbe, infolg peraturänderungen, geben auch Anhalte zur Beurteilung der betr Temperaturen. Bei hoher Temperatur treten die sogenannten farben auf, welche folgende Bedeutung haben:

Rotglühen im Dunkeln	etwa	525°
Dunkelrot	„	700°
Kirschrot	„	900°
Dunkelorange . . .	„	1100°
Weiss	„	1300°
Schweisshitze . . .	„	1400°
Blendendweiss . . .	„	1500°

Bei dem Erwärmen des Eisens bezw. Stahles entstehen die soge Anlauffarben (s. w. u.).

Violle [2]) will die Helligkeit des von glühendem Platin ausg Lichtes zur Bestimmung hoher Temperaturen benutzen.

So bedeutsam diese Farben- beziehungsweise Lichterscheinun die Beurteilung der Temperaturen in Werkstätten und Fabriken s sehr bedürfen sie des geübten Blickes und der Beachtung versch Nebenumstände, um brauchbare Ergebnisse zu liefern. So pfle in Rücksichtnahme auf die Glühtemperaturen die Schmiedewerk nicht sehr hell zu beleuchten, oder doch dem Schmied eine St bieten, an welcher die Glühfarben deutlicher hervortreten als im Tageslicht, auch bewaffnet man das Auge mit farbigen Gläsern

Die Anlauffarben hängen nicht allein von der Tempera sondern auch von der Zeit, während welcher der fragl. Körper die ratur beibehält.

---

[1]) Klinghammer, D. R. P. No. 8101, 8315; D. p. J. 1880, **236**, 306

[2]) D. p. J. 1882, **244**. 441.

Es ist die Temperatur aus der Stromstärke eines thermo-elektrischen Elementes berechnet, das Verfahren aber bisher nur von sehr zweifelhaften Erfolg begleitet gewesen.

Günstiger wird der Siemens'sche Temperaturmesser beurteilt, welcher die Änderung des Leitungswiderstandes eines Platindrahtes, als Folge der Temperaturänderung, zur Beurteilung der letzteren benutzt.[1]) Wegen der Einrichtung und der Benutzungsweise desselben auf die angezogenen Quellen verweisend, füge ich noch an, dass auch dieses Gerät einer gewissen Veränderlichkeit unterliegt.

Über Benutzung bekannter Schmelztemperaturen wird weiter unten das Nötige folgen.

Es sei hier endlich noch ein mittelbares Verfahren, welches für gewisse Fälle sich vortrefflich bewährt hat, erwähnt.

Angenommen ein Körper, dessen Gewicht G bestimmt ist, bedürfe zur Änderung seiner Temperatur um 1° C für jedes kg c Wärmeeinheiten (c heisst die specifische oder Einheitswärme). Man bringt den Körper in den Raum, dessen Temperatur beobachtet werden soll, und lässt ihn dort so lange, bis angenommen werden darf, seine Temperatur t_1 sei gleich derjenigen des Raumes geworden. Nunmehr kühlt man den Körper möglichst rasch in einer genau bestimmten Wassermenge (G_2 kg), deren Temperaturen vor dem Eintauchen (t_2) wie nach dem Abkühlen (t_3) des Gegenstandes genau gemessen wird, was mittels eines Quecksilberthermometers geschehen kann, ab. Bei dem Abkühlen hat der vorher warm gewesene Gegenstand:

$(t_1 - t_3)\, c\,.\, G$ Wärmeeinheiten abgegeben, das Wasser aber dieselbe Wärmemenge aufgenommen, die jedoch durch:

$(t_3 - t_2)\; 1\,.\, G_2$ zum Ausdruck kommt. Durch Gleichsetzung beider Werte erhält man die gesuchte Temperatur zu:

$$t_1 = \frac{G_2}{G} \cdot \frac{t_3 - t_2}{c} + t_3.$$

Thatsächlich ändert sich nun der Wert c für verschiedene Temperaturen bei ein und demselben Körper ziemlich stark; es scheint Schmiedeeisen für den vorliegenden Zweck deshalb sich gut zu eignen, weil dessen Einheitswärme c für verschiedene Temperaturen bestimmt ausgedrückt werden kann; die für einen Versuch in Rechnung zu setzende mittlere Einheitswärme des Schmiedeeisens wird angegeben zu

$$c = c_0 + \frac{\alpha}{2}(t_3 + t_1) + \frac{\beta}{3}\,\frac{t_3^2 + t_1^2 + (t_3 + t_1)^2}{2}$$

worin c_0, d. i. die Einheitswärme bei 0° = 0,105907, $\alpha = 0{,}00006538$ und $\beta = 0{,}00000066477$ ist.

C. Einige besondere Einrichtungen.

Das zwar allgemein bekannte gewöhnliche Quecksilber- oder Weingeistthermometer möge zunächst noch durch einige Worte erläutert werden. Es besteht aus einem kugelförmigen, länglichen oder spiralförmig gebogenen Gefäss, an welches sich eine sehr enge Röhre schliesst.

[1]) D. p. J. 1869, **193**, 516; 1870, **198**, 258, 394; 1871, **201**, 41; 1873, **209**, 419 m. Abb.; 1875, **217**, 291 m. Abb.; 1876, **221**, 468; 1885, **257**, 191 m. Abb.

oder an diejenige Stelle ge
Temperatur auftritt; der fragl.
Quecksilber bezw. der Weingei
die in die enge Röhre ragende F
ein Bild des zeitigen Raumg
ihrer ganzen Länge gleichw
dieselbe Raummenge der Flüs
Verschiebungen des Flüssigkeitsendes
gleichen Dehnungen der im
Ist dagegen die Weite der
Verschiebungen der Endfläche des F
Verhältnis zur Ausdehnung der im T
Zeigt nun die, an die m
gleiche Abstände der ei
so ist die Ablesung — abgeseh
des Quecksilbers oder Weingeis
Messen der Temperaturen ist
Messröhre mit grosser Sorgfalt hergest
ist selten so weit gleichförmi
Thermometer derselben ausgesetzt
nur das Quecksilber- bezw. Wei
beeinflussen zu lassen. Es is
allen Umständen gegen Temp
muss sich daher bemühen die Temp
zu machen, was in erster Linie
Messröhre, also geringen Rauminha
trotz des geringen Querschnittes der
Flüssigkeitsfadens deutlich genug erkennen zu
wodurch offenbar die Schwierigkeit g

Atmosphärendruck muss natürlich von der F
d. h. das Thermometer geschlosse

hat im Verhältnis zum Rauminh
Wärmeüberführung findet daher bei diese
geraden oder spiralförmig zus
Thermometer, welche mit Gefässen der
zeigen daher im allgemeinen eine g
anderen.
kommende Wärmestrahlen üben se
Einfluss auf die Temperatur des im T
Quecksilbers oder Weingeistes aus, weshal
geeignete Schirme die Wärmestrahlung m

Erstarrungspunkt des Wassers wird für gut
unmittelbare Versuche festgestellt, sodann zwisc
Punkten die Zerlegung in einzelne Gra

genommen und zwar bei den besten Temperaturmessern unter Anlehnung an die wechselnde Ausdehnung; bei den gewöhnlichen dagegen teilt man den Abstand der beiden ausgezeichneten Punkte in gleiche Stücke und trägt gleiche Längen über diese Punkte hinaus ab.

Man sieht hieraus, dass die Quecksilber- und Weingeistthermometer, wenn man von ihnen grössere Genauigkeit erwartet, sehr sorgfältig hergestellt und ebenso sorgfältigt benutzt werden müssen.

Um die Grenzwerte der innerhalb einer gewissen Zeit aufgetretenen Temperaturen nachträglich erkennen zu können, werden wohl kleine feste Körper in die — wagrechte oder senkrechte — Messröhren gebracht, welche das Ende des Flüssigkeitsfadens verschiebt; man wählt hierzu Eisen und zieht das betr. Körperchen mittels Magnetes demnächst zurück.[1])

Die in Rede stehenden Thermometer werden regelmässig aus Glas gefertigt, sind daher sehr zerbrechlich. Man macht sie widerstandsfähiger durch eine Fassung, welche zweckmässig aus Holz besteht, weil das Holz eine geringe Einheitswärme besitzt. Nicht selten ist man aber genötigt, Metallfassungen anzuwenden, z. B. wenn die Temperatur des Innern geschlossener Räume gemessen bezw. beobachtet werden soll, in welchen eine andere Spannung herrscht als ausserhalb. Da trotz der Fassung ein Bruch des Temperaturmessers nicht ausgeschlossen ist, so lässt man die Fassung wohl in einem Hahnküken endigen, welches im Hahngehäuse drehbar ist und somit die Absperrung und Auswechslung des Thermometers ohne Betriebsstörung gestattet.[2])

Bei Dehne's Fabrikthermometer[3]) ist das Glasgefäss völlig von der Metallfassung umhüllt und der Hohlraum zwischen beiden zum Teil mit Quecksilber gefüllt, um die Wärmeüberleitung zu fördern. Wegen der Grösse der zu durchwärmenden Massen kann die Temperaturanzeige dieses Thermometers den wirklich auftretenden Temperaturen nur träge folgen.

Das Gleiche ist der Fall, wenn man in den zu beobachtenden Raum (eine Flüssigkeit führende Röhre oder dergl.) ein beutelförmiges Metallgefäss ragen lässt, welches mit Quecksilber gefüllt ist und das gewöhnliche Thermometer aufnimmt. Immerhin sind derartige Einrichtungen in gewissen Fällen recht brauchbar. Man bohrt auch Löcher in feste Körper, deren Innentemperatur man beobachten will, und steckt ein Thermometer hinein, dessen Gefäss möglichst durch eine gut leitende Flüssigkeit von der Umgebung die Wärme aufnimmt.

Die vom Quecksilber-Thermometer angegebene Temperatur kann auf drei Wegen an entfernte Orte beobachtbar gemacht werden. Man kann nämlich den Temperaturmesser mit einer Fassung versehen, welche in einer Röhre von dem Orte, dessen Temperatur beobachtet werden soll, zu dem Beobachtungsorte zu ziehen ist,[4]) oder man kann in die Mess-

---

1) Kapeller, D. R. P. No. 21082, D. p. J. 1883, **247**, 433.
Fues, D. R. P. No. 26606, D. p. J. 1884, **254**, 160 m. Abb.
2) Handbuch der Architekten, Teil III, Bd. 4, S. 195 m. Abb.
3) D. R. P. No. 23845, D. p. J. 1885, **251**, 413 m. Abb.
4) Handbuch der Architekten, Teil III, Bd. 4, S. 249 m. Abb.

röhre Platindrähte ragen lassen, deren Lage mit der Gradleiter verg wird. Indem nun das Quecksilber des Gefässes einerseits und d wähnten Platindrähte andererseits mit einem Stromerzeuger verb sind, finden durch Berührung des sich ausdehnenden Quecksilber den einzelnen Platindrähten Stromschlüsse statt, die zu elektrischer Ze gebung in grosser Ferne zu benutzen sind.[1]) Eigene Beobacht haben mich jedoch dahin belehrt, dass die leitende Berührung des Q silbers mit den Platindrähten oft erheblich verzögert wird.

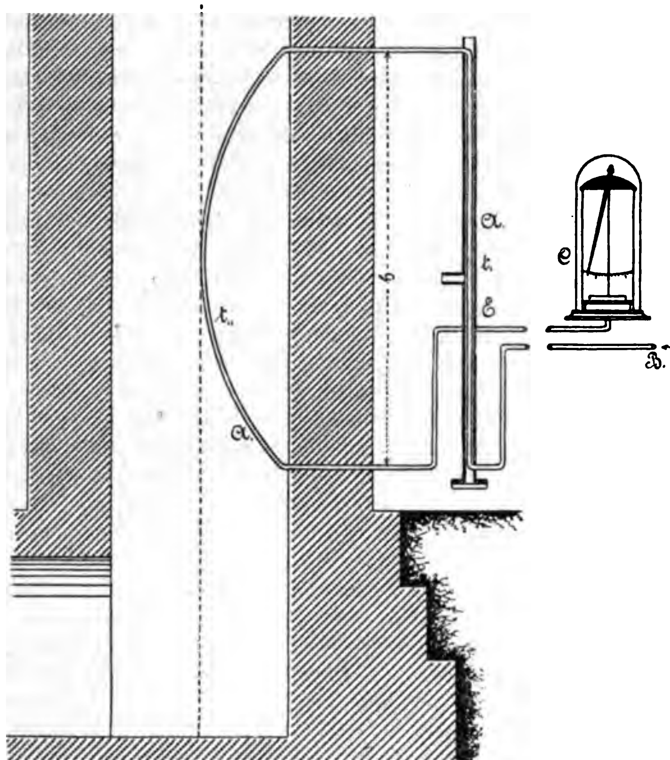


Fig. 102.

Endlich kann das aus dem, der betreff. Temperatur ausges Gefäss fliessende Quecksilber bezw. der Weingeist durch eine be lange, enge Röhre bis zum Beobachtungsort geleitet, eine zweite g gleiche Röhre, welche mit gleicher Flüssigkeit gefüllt, aber nicht jenem Gefäss verbunden ist, daneben gelegt werden, sodass der H unterschied der Flüssigkeitsspiegel das Mass der Temperatur bildet

[1]) Eichhorn, D. R. P. No. 6937, D. p. J. 1880, **236**, 304 m. Abb. Z. d. V. d. I. 1883, S. 699 m. Abb.

[2]) Salleron (Telethermometer) D. p. J. 1880, **236**, 305.

Es ist auch vorgeschlagen worden durch Messung der Spannung des vollständig eingeschlossenen Quecksilbers die Temperatur desselben zu bestimmen.[1])

Die Ausdehnung der erwärmten Luft kann durch die Abnahme ihres Eigengewichtes gemessen werden. Hierauf beruht Wiske's Messer für höhere Temperaturen (Pyrometer)[2]). Fig. 102 stellt dasselbe in seiner Benutzung zum Messen der Temperatur eines Schornsteins dar. *A* bezeichnet eine ⋂förmig gebogene schmiedeiserne Röhre, deren einer Schenkel unter der, an einer feinen Wage hängenden, mit dem Rand in Wasser tauchenden Glocke *C* endigt, während der andere Schenkel in dem Raum, in welchem die Beobachtung stattfindet, (bei *B*) frei mündet. Der senkrechte gerade Teil des ⋂ steckt in einer weiteren, mit Wasser gefüllten Röhre *E* und wird hierdurch, einschliesslich seines Luftinhaltes, auf einer leicht messbaren niedrigen Temperatur $t,$ gehalten, während der bogenförmige Teil desselben in voller Ausdehnung in den Schornstein ragt, sodass sein Luftinhalt die Temperatur $t_{,,}$ des Rauches annimmt. Es stehen alsdann zwei Luftsäulen von der Höhe h und den Temperaturen $t_{,,}$ und $t,$ miteinander in Verbindung; der Gewichtsunterschied derselben, da der Atmosphärendruck des Beobachtungsortes einerseits auf die Glocke, andererseits auf das offene Ende *B* in gleicher Weise drückt (Luftzug muss vermieden werden) wirkt auf die Glocke und kann an einem Gradbogen abgelesen oder auf eine andere Weise gewogen werden. Heisst der Durchmesser der Glocke d, so ist der Druckunterschied:

$$P = h \, . \, d^2 \frac{\pi}{4} \left(\frac{1{,}293}{1 + 0{,}0037 \, t_1} - \frac{1{,}293}{1 + 0{,}0037 \, t_2} \right)$$

$$P = \text{etwa} \left(\frac{1}{1 + 0{,}0047 \, t_1} - \frac{1}{1 + 0{,}0037 \, t_2} \right) h \, . \, d^2$$

Ist beispielsweise $d = 0{,}2 \, m$, $h = 1 \, m$, $t, = 20^\circ$, $t_{,,} = 200^\circ$, so wird:

$$P = 0{,}0143 \; kg.$$

Das ist der Druck für 180° Temperaturunterschied, aus dessen geringer Grösse genügend hervorgeht, dass das Wiske'sche Thermometer nicht gut zum Beobachten kleinerer Temperaturunterschiede sich eignet. Dagegen erträgt es, ohne seine Genauigkeit einzubüssen, sehr hohe Temperaturen — ist doch nur erforderlich die Röhre *A* völlig dicht zu halten — und gestattet die Beobachtung der Temperaturen aus weiter Entfernung. Selbstverständlich ist dafür zu sorgen, dass aus dem Druck *P* in bequemer und sicherer Weise auf die Temperatur $t_{,,}$ geschlossen werden kann.

Wird ein mit Luft gefülltes Gefäss der Einwirkung der zu beobachtenden Temperatur ausgesetzt und Vorsorge getroffen, dass die ausfliessende, beziehungsweise einströmende Luftmenge genau zu messen ist,

---

1) Dreyer-Brückner, D. R. P. No. 23633, D. p. J. 1884, **251**, 413. m. Abb.
2) D. R. P. No. 10065, D. p. J. 1882, **244**, 439 m. Abb.

so kann man durch Rechnung die zugehörige Temperatur bestimmen. Ausser den in früher angegebenen Quellen angeführten Beispielen mag noch als hierher gehörig Petterson's Luftthermometer [1]) erwähnt werden. Derartige Thermometer liefern zwar sehr genaue Ergebnisse, sind aber unbequem zu handhaben.

Endlich wird, wie schon früher angegeben, die Spannungsänderung der völlig abgesperrten Luft gemessen. Zu dem Zwecke ist nur nötig mit dem Luftgefäss einen Druckmesser zu verbinden. [2]) Wegen des Wechsels der atmosphärischen Spannung erfordern aber genaue Messungen die Ausschaltung derselben [3]), was durch Benutzung eines geschlossenen Quecksilberbaro- bezw. Manometers zu erreichen ist. Die in Rede stehenden Thermometer sind auch gut verwendbar, wenn man die Temperaturen aus grösserer Entfernung beobachten will. Für sehr hohe Temperaturen dürfen die Gefässe, in welchen die Luft erhitzt wird, weder aus Metall noch aus Glas bestehen, müssen vielmehr aus dem widerstandsfähigeren Porzellan gefertigt werden. Porzellan ist indessen nicht ganz undurchlässig für Luft. [4])

Die Messung der Temperaturen durch die Ausdehnung fester Körper ist, trotzdem ihre Verlässlichkeit allmählich schwindet nicht selten beliebt, und zwar weil die Temperaturen durch sie bequem ablesbar, durch Stromeinschaltung auf weite Entfernungen mitteilbar und durch selbstthätige Vorrichtungen aufzeichnenbar sind. In Rücksicht auf letztere Eigenschaft füge ich noch die untenstehende Quelle an. [5])

Der Töpfer, der Porzellanbrenner beobachtet die Temperatur seines Ofens wohl schon seit Jahrhunderten dadurch, dass derselbe einen Glasfluss oder einen anderen Körper, der bei der in Frage kommenden Temperatur zu schmelzen beginnt, in den Ofen bringt, und zwar nach Umständen an mehrere Stellen desselben, und entweder durch Schaulöcher unmittelbar beobachtet oder das Schmelzstück von Zeit zu Zeit hervorzieht. Um eine weitere Gradleiter zu erhalten, werden meistens Metall-Legierungen im vorliegenden Sinne verwendet, deren Schmelztemperaturen unten folgen. Eine bemerkenswerte Vorrichtung zur Ausführung des in Rede stehenden Messverfahrens — welches nur in besonderen Fällen mit Nutzen zu verwenden ist — mag hier noch Platz finden, es ist diejenige von M. Heeren. [6]) Auf eine Stange *a*, Fig. 103 ist eine Zahl Schalen *b* gereiht, von denen die oberste eines besonderen Deckels bedarf. In diese Schalen werden Legierungen verschiedener Schmelzbarkeit ge-

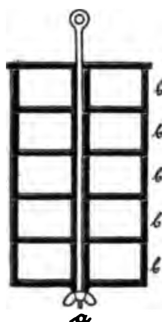


Fig. 103.

---

1) D. p. J. 1882, **246**, 371 m. Abb.
2) U. a. Schoop, D. R. P. No. 20345, D. p. J. 1884, **251**, 413 m. Abb. R. O. Meyer, Z. d. V. d. I. 1884, S. 718 m. Abb.
3) Vergl. letzte Quelle.
4) D. p. J. 1873, **209**, 468.
5) Richard, D. p. J. 1883. **247**, 484 m. Abb.
6) Z. d. V. d. I. 1876, S. 314 m. Abb.

…ie schwer schmelzbarste, in die folgende
Das Ganze hängt man in den zu
…tsprechend grosser Zeit hebt
… he der Legierungen ge-

…zenen Legierungen
…emperatur in ver-
…f der erkalteten Le-

…ner Körper.
…d Börnstein's physik.-chem.
…n.)

	Schmelztemp.	Erstarrungs-temp.
. .	30°	21°
. .	38°	24°
. . .	42°	38°
. . .	43°	33°
. . . .	43,5°	34°
. . . .	44—44,5°	44°
. . . . .	62—62,5°	62°
. . . . .	63—63,5°	63°
+ 15 Wism. (Lipowitz)	60—65,5°	
.. + 4 „ (Wood)	65,5—70°	
„ + 53,2 „ —	89,5°	
„ + 2 „ (Rose)	95°	
„ + 8 „ (d'Arcet)	95°	
. . . .	115—120°	118—120°
Wismut	125,3°	
.2 „	136,4°	
+ 78,8 Wismut . . .	146,3°	
+ 67,8 Zinn	173,8°	
…ähnlicher	175°	
63,1 Zinn	181°	
+ 69,5 „	187°	
+ 69,5 Zink	190°	
. + 50 „	202°	
„ + 83,3 „	205°	
. . . .	230—235°	
Blei + 36,3 Zinn	235°	
at	260—268°	
Blei + 22,2 Zinn	270°	
„ + 12,5 „	292°	
. . . .	322—334°	

so kann [illegible]
Ausser [illegible]
noch als [illegible]
Derartige [illegible]
unbequem [illegible]

	Schmelztemp.	Erstarrungs-temp.
[illegible]	412—423°	
[illegible]	425—432°	
[illegible] etwa	650°	
[illegible] etwa	800°	
[illegible] etwa	900°	
[illegible] etwa	1000°	
[illegible] etwa	912°	
[illegible] etwa	950°	
[illegible] etwa	980°	
[illegible] etwa	1020°	
[illegible]	850°	
[illegible] etwa	1000°	
[illegible]	1100°	
[illegible]	1100°	
[illegible]	1050—1100°	
[illegible]	1100—1275°	
[illegible]	1300—1400°	
[illegible]	1500—1600°	
[illegible] ent- [illegible]	1700—2000°	

[illegible] Oesten's Heizmesser, indem ich [illegible] zu Grunde liegende Gedanke so zu ver- [illegible] für manche gewerbliche Zwecke verwertbar [illegible] die Wärme bestimmt werden, welche [illegible] man nun den Wärmegehalt der Flüssig- [illegible] in einen Raum, als auch bei ihrem Aus- [illegible] Abziehen des einen von dem anderen Be- [illegible] Wärmemenge, welche die Flüssigkeit in [illegible] aufnahm.

[illegible] solchen Gerätes bedarf nach dieser Anführung [illegible] weiteren Worte; leider ist die Oesten'sche [illegible] Vertrauen erweckend. Oesten benutzt zur [illegible] temperatur eine Spirale, welche aus zwei [illegible] solcher Metalle gebildet ist, deren Aus- [illegible] voneinander abweicht. Jede Temperatur- [illegible] eine Änderung der Gestalt der Spirale hervor, [illegible] die Flügel des Geschwindigkeitsmessers anders [illegible] zu legen. Zur Zeit enthält demnach das Ge- [illegible]

[illegible] über die zulässige Höhe der Temperatur. [illegible] ist, sobald sie eine gewisse Höhe erreicht, bedeu-

[illegible] 100 m. Abb.

tenden Einfluss auf die Natur der Körper. Das Schmelzen und Erweichen derselben durch Erhitzen wird weiter unten ausführlicher erörtert werden; hier sollen einige Temperaturen angeführt werden, welche das Versengen und Verbrennen beziehungsweise eine schädliche Änderung des Gefüges veranlassen.

Die Erwärmung der Haare bis zu 50° gilt als unschädlich; höhere Temperaturen beeinträchtigen die Milde oder Sanftheit derselben' d. h. die Haare erzeugen bei der Berührung mit der Hand das Gefühl der Rauhigkeit und Härte in höherem Grade als vorher. Indessen tritt diese Erscheinung erst schärfer hervor bei 100 bis 120°. Letztere Temperatur schädigt selbst bei nur kurze Zeit stattfindender Einwirkung im vorliegenden Sinne.

120° ertragen bei dauernder Einwirkung auch pflanzliche Stoffe nicht ohne Schaden; es beginnt die Bräunung und 150° dürfte im allgemeinen die oberste Grenze der Temperaturen sein, welche pflanzliche wie tierische Stoffe zwar schon verändern, aber noch nicht rasch zerstören, welche also vorübergehend angewendet werden dürfen; höhere Temperaturen versengen die Stoffe sehr rasch.

Die Metalle werden, sobald sie bis nahe zum Schmelzpunkt erwärmt werden, mürbe und spröde; dieser Zustand geht jedoch bei allmählicher Abkühlung meistens wieder verloren. Bei Flusseisen und Flussstahl bleibt aber eine erhebliche Schwächung des Gefüges zurück, sodass diese höchstens bis zur hellen Rotglut erwärmt werden dürfen. Man nennt das in erwähnter Weise überhitzte Eisen verbrannt. Dieselbe Erscheinung tritt bei allen schmiedbaren Eisenarten auf, sobald sie häufig sehr stark erwärmt werden ohne gleichzeitig eine Bearbeitung durch Hämmern und dergleichen zu erfahren. Sie ist im allgemeinen zu beseitigen durch vorsichtiges Ausschmieden und sehr langsames Abkühlen. Stahl (d. i. Eisen mit 0,5% und mehr Kohlenstoffgehalt) verliert seine kennzeichnenden Eigenschaften auch durch häufiges Erhitzen infolge der Verbrennung des Kohlenstoffs. Auch den hierdurch entstandenen Zustand bezeichnet man mit Verbranntsein oder auch abgestanden; er ist zu beseitigen durch mässiges Glühen in Kohlenstoff abgebenden Körpern, hierauf folgendes vorsichtiges Ausschmieden und langsames Abkühlen.

13. Messen des Feuchtigkeitsgrades.

Der Feuchtigkeitszustand derjenigen Körper, welche vom Wasser zu durchdringen sind, übt auf deren Bearbeitungsfähigkeit in vielen Fällen einen ebenso grossen Einfluss wie die Temperatur auf andere Körper. Die Erkennung des Feuchtigkeitsgrades ist von Wichtigkeit für die Beurteilung solcher Vorgänge, welche mit dem Wechsel des Feuchtigkeitsgrades zu thun haben. Auch zu anderen Zwecken ist die Kenntnis des Feuchtigkeitsgrades von Werth. So dürfte gerechtfertigt erscheinen den Mitteln und Verfahren, welche zum Messen des Feuchtigkeitsgrades dienen, einen besonderen Platz einzuräumen, obgleich dieselben noch ziemlich unvollkommen sind.

A. Bestimmung des Feuchtigkeitsgrades durch Wägen.

Wenn man einen Körper, dessen Feuchtigkeitszustand man zu bestimmen hat, wägt, demselben hierauf sämtliche Feuchtigkeit entzieht und ihn dann wieder wägt, so ist der Gewichtsunterschied offenbar gleich der Wassermenge, welche der Körper ursprünglich enthielt.

So einfach dieses Verfahren erscheint, so umständlich ist es vielfach in seiner Anwendung. In vielen Fällen ist lästig, dass behufs Messens des Feuchtigkeitsgrades der Feuchtigkeitszustand völlig geändert werden muss. Will man den Anfangszustand, vielleicht behufs der Bearbeitung beibehalten, so kann nur ein abkömmlicher Teil des Ganzen der Untersuchung unterzogen werden, wodurch natürlich die Genauigkeit des Messens leidet, oder es muss nachträglich der frühere Feuchtigkeitszustand wieder hergestellt werden, was selten genau gelingt.

Das Entziehen der Feuchtigkeit, das Trocknen ist zeitraubend und erfordert sorgfältige Rücksichtnahme auf die Natur des Stoffes. Trotzdem empfiehlt sich das Verfahren für alle diejenigen Fälle, in welchen Wert auf grosse Genauigkeit gelegt wird, und auch für manche andere Fälle.

Am einfachsten ist das Verfahren gegenüber solchen festen Stoffen durchzuführen, die eine einigermassen hohe Temperatur vertragen. Thon wird erst völlig wasserfrei durch Einwirkung einer Temperatur von 250° während einiger Zeit, welche Temperatur aber ohne besondere Schwierigkeit angewendet werden kann; Sand dagegen lässt einen Gewichtsverlust nicht mehr erkennen, wenn derselbe bei 150° getrocknet ist.

Das Trocknen der Luft kann geschehen mittels solcher Körper, welche sehr wassergierig sind (s. w. u. unter Sondern u. Sichten); es lassen sich jedoch bei diesem Verfahren, soweit es zur Feuchtigkeitsmessung zu dienen bestimmt ist, Fehler nur schwer vermeiden, weshalb es für gewerbliche Zwecke keine Bedeutung hat.

Ausgedehnte Anwendung des Messens des Feuchtigkeitsgehaltes mittels Wägens findet statt gegenüber den wertvolleren Gespinststoffen und auch dem Getreide, welche in hohem Grade geneigt sind mit dem Wechsel des Feuchtigkeitsgehaltes ihrer Umgebung ihren eigenen Feuchtigkeitsgrad zu ändern. Für die Seide bestehen besondere staatliche, oder vom Staat beaufsichtigte Anstalten (sogenannte Konditionierungs-Anstalten) in welchen deren Feuchtigkeitsgrad, bezw. deren Gewicht bei mittlerem Feuchtigkeitsgrade festgestellt wird, für die Bestimmung des Feuchtigkeitsgrades der Wolle und anderer Dinge fehlt die Beteiligung des Staates, weshalb die betreffenden Werke die Messungen auf eigene Verantwortlichkeit ausführen. Welche Bedeutung diese Messungen für die Beurteilung des wirklichen Wertes der in Rede stehenden Stoffe haben, möge man aus folgenden Beispielen ersehen.

Nach Ernst Müller[1]) schwankt der Feuchtigkeitsgehalt bei 17 bis 23° Lufttemperatur und 44 bis 79% Sättigung der Luft

[1]) Über den Wassergehalt der Faserstoffe in seiner Abhängigkeit von dem Feuchtigkeitsgehalt der Atmosphäre, Civilingenieur, 1882, Bd. 28, S. 157, m. Abb.

i:	Baumwolle,	Seide,	Kammzug,	gewaschener Wolle,	ungewaschener Wolle,
rischen:	6,3 u. 9,4;	8,6 u. 10,5;	12 u. 15,5;	12 u. 16,2;	10 u. 17,7 %

:s Gesamtgewichtes.

Grössere Verschiedenheiten des Feuchtigkeitsgrades der Luft erhöhen ıtürlich den Abstand der Feuchtigkeitsgrenzen der betr. Stoffe. So giebt aumené an [1]), dass Wolle halb so viel Wasserdampf aufzunehmen ı stande sei als ihr eigenes Gewicht beträgt; das entspricht 33,3 % im nne der soeben gegebenen Reihe.

Auch der Feuchtigkeitsgehalt des Malzes schwankt innerhalb weiırer Grenzen.

Um Irrtümern bezw. betrügerischen Massnahmen. welche ganz beeutende Geldverluste herbeizuführen vermögen, mit Sicherheit vorzuеugen, ist sonach eine zuverlässige Messung des Feuchtigkeitsgrades der:tiger Stoffe erforderlich. Talabot [2]) hat für Seide folgendes Verfahren ngeführt: Eine hohlwandige senkrechte Blech-Trommel ist unten mit nem festen Boden versehen und wird oben durch einen aufliegenden eckel verschlossen. In die hohle Wandung lässt man 121° warmen ampf (2,07 *kg* Spannung auf 1 *qcm*) treten, so dass das Innere der rommel 108 bis 110° warm werden soll. Die zu untersuchende Seide ingt vermöge eines durch den Deckel der Trommel geführten Drahtes ı dem einen Ende eines Wagbalkens, dessen anderes Ende mit einer 'agschale versehen ist. Man bestimmt sofort nach dem Einbringen der ide in die Trommel (oder vorher) das Anfangsgewicht der Seide und ıtlastet während des Trocknens die Wagschale allmählich mehr und ehr, so dass sie dem Versuchsstück die Wage hält. Aus dem Verlauf ır nötig werdenden Entlastungen schliesst man auf den Zeitpunkt, in elchem die Trocknung genügend weit fortgeschritten ist (nach 6 Stunın und mehr) und aus der Grösse der Entlastung auf die Menge der rloren gegangenen Feuchtigkeit.

Letztere geht an die umgebende Luft über, weshalb letztere geechselt werden muss, um ihr bis zum Schluss des Versuchs die Fähigit Feuchtigkeit aufzunehmen zu erhalten. Talabot's Gerät gestattet er einen Luftwechsel nur durch die zufälligen Undichtheiten des rommeldeckels, weshalb mit ihm nur langsam gearbeitet werden kann.

Rogeat [3]) hat das Gerät dahin verbessert, dass ein stetiger Luftrom die zu trocknende Seide umspült. Fig. 104 ist ein Schnitt durch ıs Rogeat'sche Gerät in der Gestalt, in welcher es z. Z. benutzt wird. ı einem runden, mit Fuss- und Kopfgesims sowie mit Deckplatte verhenen Eisenblechkörper *a* ist ein ebenfalls aus starkem Eisenblech verrtigtes Gefäss *d* angebracht und in den Hohlraum zwischen *a* und *d*

---

[1]) D. p. J. 1850, **115**, 223.
[2]) D. p. J. 1840, **77**, 439.
[3]) D. p. J. 1858, **149**, 94 m. Abb.

32 Röhren *i* so eingefügt, dass von aussen in sie eintretende Luft das Innere des Gefässes *d* geleitet wird. In *d* ist ein Blechgefäss *b* durchlochtem Boden hart eingelötet, welches zur Aufnahme des Korb

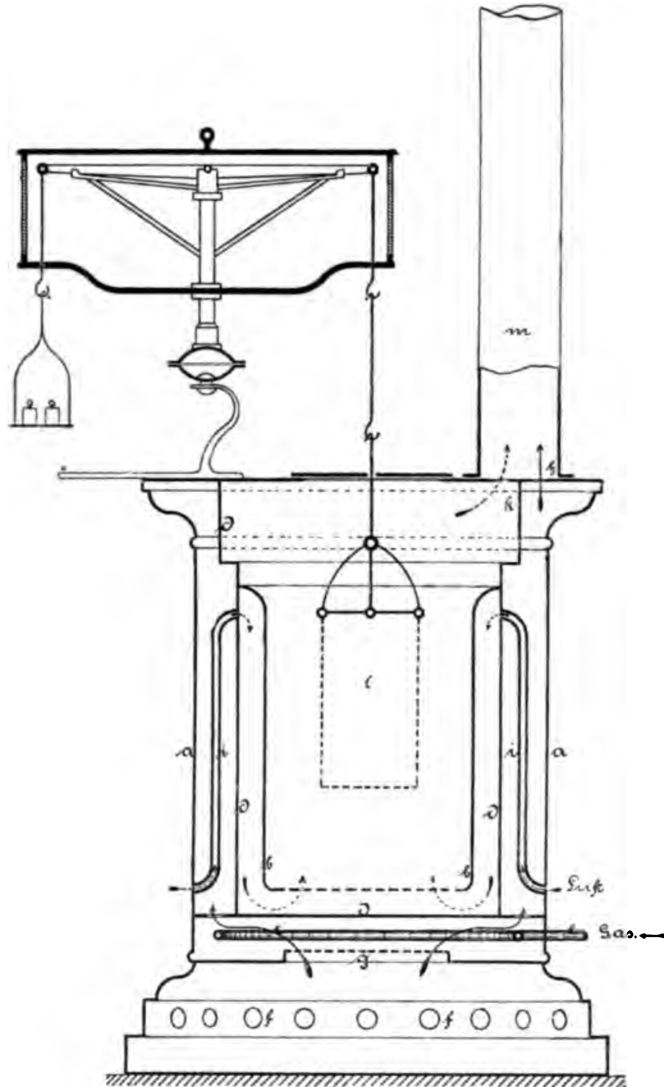


Fig. 104.

dem Behälter für die zu trocknende und zu wägende Seide, Wolle dergl. dient. Die durch *i* einströmende Luft muss zwischen *d* u nach unten sinken, tritt durch den gelochten Boden in *b*, bespült

l und entweicht schliesslich durch die — häufig mit einem Abschieber versehene — Öffnung *k* in den Schornstein *m*. Unterhalb ʒefässes *d* ist eine ringförmige Gasröhre *e* mit zahlreichen Brennerngen angebracht. Die Flammen, welche vermöge der Öffnungen *f* und *g* ler erforderlichen Luft versorgt werden, senden ihre Verbrennungsgnisse den Röhren *i* wie der Aussenseite von *d* entlang, sodass die ›i streifende Luft entsprechend erwärmt wird. Der Rest der von Gasflammen entwickelten Wärme dient endlich zur Erwärmung des :nsteins *m*, indem der Rauch durch die Öffnung *h* in diesen gelangt. Korb *l* hängt an einer, von einem Glaskasten umgebenen feinen e, daren Wagschale bequem zugänglich ist. In der Decke der Einıng hängt ein Quecksilberthermometer, an welchem die Temperaturen .nnern von *b* abgelesen werden können, sodass auf Grund der Abgen der Gaszufluss entsprechend geregelt werden kann.

Mit Hilfe dieses Gerätes lässt sich der Feuchtigkeitsgehalt des einıgten Stoffes in $^1/_2$ bis 1 Stunde bestimmen.

Bei grösseren Anlagen, welche eine Reihe solcher Geräte nötig ı, findet die Erwärmung auch wohl in einer allen gemeinsamen, ıderen Heizkammer statt, auch wird zuweilen Wasserdampf zur Erıung der Luft benutzt. Besonders sorgfältige Messungen erfordern ıbsperren der Öffnung *k* während der Feststellung des schliesslichen chtes, da andernfalls die Luftbewegung das Spiel der Wage beeinflusst. H. Hirzel[1]) sucht die Austrocknung dadurch gründlicher zu eren, dass die Luft, bevor sie erwärmt wird, an mit Schwefelsäure :zten Bimsteinstücken entlang und dann über Ätzkali geführt wird, ıss sie (fast) völlig trocken ist. Sie wird hierauf durch eine Röhrenage geleitet, welche in erhitztem Paraffin liegt, hierauf auf 120° 25° erwärmt (die Temperatur scheint mir zu hoch zu sein, indem as Versengen der Stoffe einleitet) und nunmehr in Trommeln geıt, in welchen das zu Trocknende sich befindet; auch diese Trommeln ıen in das Paraffinbad. Es ist nicht zu leugnen, dass das vorherige :liche Trocknen der Luft das Trocknen der zu untersuchenden Stoffe ı diese fördert, jedoch zweifelhaft, ob die mit diesem Verfahren verene Umständlichkeit nicht schwerer wiegt, als jene Förderung. W. ›findet sich eine Zusammenstellung der Dampfmengen, welche die sphärische Luft im Zustande der Sättigung enthält. Aus derselben ı entnehmen, dass bei 18° 1 *kg* Luft überhaupt nur 12,5 *gr* Wasser ınehmen im stande ist, während dieselbe Luftmenge bei 80° geʒt 296 *gr* enthält. Die Hirzel'sche Vortrocknung wird kaum ls mehr als jene 12,5 *gr* beseitigen, die doch gegenüber dem Ver.ckungsvermögen der Luft bei höheren Temperaturen verschwinden. ı leidet die Hirzel'sche Einrichtung an dem Umstande, dass das en ausserhalb der Trockentrommeln stattfinden muss.

Für Seide besteht die gesetzmässige, für Käufer und Verkäufer ver-

---

[1]) Civilingenieur, 1880, Bd. 26, S. 580 m. Abb.

bindliche Vorschrift, dass das Handelsgewicht bestimmt wird durch Hinzufügung von $^1/_{10}$ des Trockengewichts zu diesem; es ist hiernach die richtig gefeuchtete Seide mit $9^1/_{11}$ % Feuchtigkeit behaftet.

Wolle und zwar Kammzug wird bei 105 bis 110° getrocknet und $18^1/_4$ % des Trockengewichtes als Übereinkunftsfeuchtigkeit hinzugerechnet, um das Handelsgewicht zu erhalten. Die regelrecht feuchte Wolle soll sonach 15,5 % Feuchtigkeit enthalten, bezw. wird dementsprechend gehandelt.

Kammgarn, Baumwollgarn, Flachs-, Jute- und Werggarn sollen ebenfalls bei 105 bis 110° getrocknet werden. Die anzuwendenden Zuschläge und die handelsmässigen Feuchtigkeitsgehalte derselben sind hier zusammengestellt: [1])

	Zuschlag in % des Trockengewichtes	Feuchtigkeit in % des Gesamtgewichtes
Kammgarn	17	14,53
Baumwollgarn	$8^1/_2$	7,83
Flachsgarn	12	10,71
Hanfgarn	12	10,71
Jutegarn	$13^3/_4$	12,09
Werggarn	$12^1/_2$	11,11

Die Versuche werden an Proben vorgenommen, welche aus einer grösseren Menge des Stoffes mit entsprechender Sorgfalt ausgewählt sind.[2]) So z. B. entnimmt man einem Wollballen, der etwa 160 bis 170 *kg* wiegt, drei Proben, welche zusammen etwa 30 bis 40 *gr* wiegen. Das Trockengewicht des ganzen Ballen, bezw. dessen Handelsgewicht wird hiernach berechnet.

B. Bestimmung des Feuchtigkeitsgrades mittels Herbeiführung des Sättigungsgrades.

Kennt man die Feuchtigkeitsmenge, welche ein Stoff überhaupt aufzunehmen vermag, so ist sein Feuchtigkeitszustand in umgekehrter Richtung festzustellen: man wägt denselben, feuchtet ihn hierauf bis zur Sättigung und wägt abermals, zieht ersteres Gewicht von letzterem ab und gewinnt hierdurch das Gewicht des Wassers, welches dem Stoff an völliger Sättigung vorher fehlte, woraus der anfängliche Feuchtigkeitszustand leicht berechnet werden kann.

Dieses Verfahren ist u. a. auch zur Bestimmung des Feuchtigkeitsgrades der Wolle in Aussicht genommen; man hat jedoch gefunden, dass die Anfeuchtung bis zur Sättigung eine viel zu lange Zeit in Anspruch nimmt.[3])

Dieser Umstand liegt nicht vor bei der atmosphärischen Luft, in-

---

[1]) Vergl. D. p. J. 1875, **218**, 295.
[2]) Vergl. Pract. Masch. Constr. 1884, S. 321.
[3]) D. p. J. 1850. **115**, 223.

m deren Sättigungsgrad durch Abkühlung sehr rasch herbeigeführt rden kann. Ausserdem sind die Gesetze der Sättigung der Luft mit asserdampf bekannt und verhältnismässig einfach, wodurch das angebene Verfahren für sie wesentlich leichter als für andere Stoffe durchführen ist.

Die Raumeinheit atmosphärischer Luft ist im stande, genau die gleiche umeinheit Dampf aufzunehmen, dessen Spannung der Lufttemperatur tspricht. Allerdings wird die entstehende Spannung gleich der Summe r Spannungen der Luft und des Dampfes. Findet — wie gewöhnlich - das Verschlucken des Wasserdampfes bei unveränderter Spannung er Luft statt, so dehnt sich das Gemisch gleichzeitig aus nach dem Getz, dass die Räume sich umgekehrt wie die Spannungen verhalten.

Es heisse:

γ_l das Einheitsgewicht der trocknen Luft,
γ_d „ „ des Dampfes, dessen Spannung,
S_2 der Lufttemperatur entspricht,
S_1 die Spannung der Atmosphäre (760 *mm* Quecksilbersäule),
γ das Einheitsgewicht der mit Feuchtigkeit gesättigten Luft, bei der Spannung S_1,
R der Raum, welchen das aus der Raumeinheit Luft und Dampf gebildete Gemenge bei der Spannung S_1 einnimmt,

ann ist:

$$1 \cdot \gamma_l + 1 \cdot \gamma_d = \text{Gewicht des Gemenges} = R \cdot \gamma$$

nd:

$$\frac{1}{R} = \frac{S_1}{S_1 + S_2}, \text{ oder } R = \frac{S_1 + S_2}{S_1}$$

. i.

$$\gamma_l + \gamma_d = \frac{S_1 + S_2}{S_1} \cdot \gamma, \text{ oder:}$$

$$\gamma = \frac{\gamma_l + \gamma_d}{S_1 + S_2} \cdot S_1$$

In dem Gemenge befinden sich jederzeit neben γ_l *gr* Luft γ_d *gr* asserdampf, folglich verschluckt 1 *kg* Luft $\frac{\gamma_d}{\gamma_l}$ *kg* Wasserdampf.

Auf folgender Tafel sind die Gewichte trockner Luft und des Wassermpfes, die zugehörige Spannung des letzteren und die von 1 *kg* trockner uft verschluckbare Dampfmenge für verschiedene Temperaturen zusammenstellt. Man ersieht aus derselben das rasche Wachsen des Aufnahmermögens der Luft bei höheren Temperaturen.

Temperatur	1 *cbm* trockne Luft mit 0,00004 Raumteilen Kohlensäure wiegt *kg*:	Spannung gesättigten Wasserdampfes *mm* Quecksilb.	1 *cbm* gesättigter Wasserdampf wiegt *gr*:	1 *kg* trockne Luft vermag zu verschlucken *gr* Wasserdampf:
— 20°	1,396	1,02	0,8	0,6
— 15°	1,368	1,44	1,3	1,0
— 10°	1,342	2,15	2,1	1,6
— 5°	1,317	3,16	3,2	2,4
— 2°	1,303	3,95	4,1	3,1
0°	1,293	4,57	4,7	3,6
+ 2°	1,284	5,27	5,4	4,2
+ 4°	1,274	6,07	6,2	4,9
+ 6°	1,265	6,97	7,1	5,6
+ 8°	1,256	7,99	8,1	6,4
+ 10°	1,247	9,14	9,2	7,4
+ 12°	1,239	10,42	10,4	8,4
+ 14°	1,230	11,88	11,8	9,6
+ 16°	1,221	13,51	13,4	11,0
+ 18°	1,213	15,33	15,2	12,5
+ 20°	1,205	17,36	17,0	14,1
+ 22°	1,197	19,63	19,4	16,2
+ 24°	1,188	22,15	21,9	18,4
+ 26°	1,180	24,96	24,5	20,8
+ 28°	1,173	28,07	27,2	23,2
+ 30°	1,165	31,51	30,1	25,8
+ 32°	1,157	35,32	33,3	28,8
+ 34°	1,150	39,52	36,9	32,1
+ 36°	1,142	44,16	41,1	36,0
+ 38°	1,135	49,26	45,8	40,4
+ 40°	1,128	54,87	50,9	45,1
+ 45°	1,110	71,36	65,3	58,8
+ 50°	1,093	91,98	83,9	76,1
+ 55°	1,076	117,52	104,6	97,2
+ 60°	1,060	148,88	130,7	123,8
+ 65°	1,044	187,10	162,0	155,1
+ 70°	1,029	233,31	199,4	193,8
+ 75°	1,014	288,76	243,8	240,4
+ 80°	1,000	354,87	296,0	296,0

Man drückt nun den Feuchtigkeitsgrad der Luft durch den Sättigung grad derselben aus, d. h. in Hundertel derjenigen Dampfmenge, welch die Luft überhaupt zu verschlucken im stande ist. Wenn z. B. 24° warm Luft für 1 *kg* trockner Luft 9,2 *gr* Wasserdampf enthält, so ist sie z 50% ihres Sättigungsgrades gefeuchtet.

Behufs Messens der Feuchtigkeit kühlt man die zu untersuchend Luft, bis sie gesättigt ist, entnimmt der Tafel (oder einer besond Rechnung) die zugehörige Feuchtigkeitsmenge und vergleicht d

rjenigen, welche der Sättigung der Luft bei ihrer anfänglichen Tempetur entspricht. Es sei z. B. 24° warme Luft zu untersuchen; man det, dass bei Abkühlung derselben auf 14° die Sättigung eintritt und iliesst daraus, dass auf 1 *kg* trockne Luft 9,6 *gr* Wasserdampf vornden sind. Der Sättigung bei 24° entsprechen aber 18,4 *gr* folglich trug die Feuchtigkeitsmenge $\frac{9{,}6 \,.\, 100}{18{,}4} = 52{,}2\,\%$ der Sättigung.

Den Eintritt der Sättigung erkennt man an der beginnenden Tauldung, indem man einen allmählich kälter werdenden Körper in die treffende Luft bringt und seine Temperatur wie seine Oberfläche ohne aterbrechung beobachtet. Es beruht hierauf der Daniell-Regnault'he Luftfeuchtigkeitsmesser [1]), oder Hygrometer, welcher allerdings in gerblichen Betrieben nicht unmittelbar benutzt werden kann, aber zu nauen Messungen, insbesondere zur Prüfung der weiter unten genannten uchtigkeitsmesser fast unentbehrlich ist.

Man benutzt jedoch die Erscheinung, dass kalte Flächen in feuchter ıft Niederschläge bilden, ziemlich häufig zu angenäherter Bestimmung r Luftfeuchtigkeit. Ein dickeres Glasstück, ein blankes Metallstück . dergl., dem man eine bestimmte Temperatur gegeben hat, wird in n Raum gebracht, dessen Feuchtigkeitsgehalt man beobachten will; je chdem ein Niederschlag sich bildet oder nicht, ist der zulässige Feuchkeitsgehalt überschritten oder noch nicht erreicht. Aus der Geschwinkeit, mit welcher der Niederschlag sich bildet, lässt sich bei einiger ung auf den Grad des Feuchtigkeitsüberschusses schliessen. Ein verltnismässig handliches Gerät zur Bestimmung der Taupunktstemperatur, h. der Luftabkühlung bis zu ihrer Sättigung rührt von Dines her. [2])

C. Messen des Feuchtigkeitsgehaltes der Luft durch Beobachn der Verdunstung.

Je trockner die Luft ist, um so gieriger verschluckt sie ihr dargetene Feuchtigkeit. Ist diese als Wasser vorhanden, so wird durch rdunsten desselben Wärme gebunden. Wenn man das zu verdunstende asser auf der Oberfläche eines Thermometergefässes anbringt, so lässt s an diesem zu beobachtende Sinken der Temperatur auf die Raschit des Verdunstens und damit auf die Trockenheit der Luft schliessen. hängt jedoch die Raschheit des Verdunstens auch in hohem Grade n der Bewegung der Luft ab, sodass das angegebene Verfahren, auf lchem das, 1829 von August erfundene Psychrometer beruht, [3]) r bei sorgfältigster Beachtung aller Nebenumstände befriedigende Erbnisse liefert.

Man hat auch die, auf einer bestimmten Fläche in der Zeiteinheit rdunstete Wassermenge zur Beurteilung der Luftfeuchtigkeit benutzt. [4])

---

[1]) Annal. d. chim. 1845. Wüllner, Experimentalphysik 1885, Bd. 3, 769 m. Abb.

[2]) D. p. J. 1872, **206**, 274 m. Abb.

[3]) Poggendorff's Annalen, 1825, **5**, S. 69, 335; 1828, **14**, S. 137.

[4]) Bericht über die Untersuchung der Heizungs- und Ventilationsanlagen tischen Schulgebäude Berlins. Berlin 1879, S. 52 m. Abb.

D. Messen der Luftfeuchtigkeit durch das Quellen bezw. Schwinden pflanzlicher und tierischer Stoffe.

Die fraglichen Stoffe folgen dem Wechsel des Feuchtigkeitsgehaltes der Luft und erleiden dabei Gestaltsänderungen, welche zum Anzeigen der Luftfeuchtigkeit benutzt werden. Zu den betreffenden Geräten gehört der alte (schon 1685 von William Molyneux beschriebene) holländische oder Puppen-Feuchtigkeitsmesser. Eine, an einem Ende aufgehängte gedrehte Darmsaite ist am anderen Ende mit einem Querbalken versehen, auf dessen Enden ein Mann mit Regenschirm bezw. eine Frau mit Sonnenschirm befestigt sind. Bei feuchter Luft windet die Darmsaite sich auf, der Regenschirmmann tritt hervor; bei trockner Luft dreht sich die Saite in umgekehrter Richtung.

Unter den vielen sonstigen Stoffen, welche zu vorliegendem Zweck in Vorschlag gebracht worden sind, hat die meiste Anerkennung das Menschenhaar gefunden. Es wurde zuerst von Saussure[1]) verwendet und zwar in einer Gestalt, welche noch heute bevorzugt wird. Ein sorgfältig gereinigtes, blondes Menschenhaar ist mit einem Ende an einem festen Gestell befestigt, während das andere Ende um eine kleine Rolle geschlungen ist, deren Welle einen Zeiger trägt; eine zweite, auf derselben Welle befestigte Rolle trägt an seidenem Faden ein kleines Gewicht und zwar so, dass dieses dem Haar eine gewisse geringe Spannung verleiht. Die leicht drehbare Welle nebst Zeiger folgt so den Längenänderungen des Haares; dieselben sind an einem passend angebrachten Gradbogen abzulesen.

Die Dehnungen sämtlicher hier in Frage kommenden Stoffe ändern sich mit der Zeit, weshalb die betreffenden Geräte von Zeit zu Zeit berichtigt werden müssen. Das kann geschehen auf Grund vorzunehmender Vergleiche z. B. mit dem oben erwähnten Daniell-Regnault'schen Feuchtigkeitsmesser, was jedoch sehr umständlich ist. Das von Koppe verbesserte[2]) Saussure'sche Gerät zeichnet sich nun dadurch aus, dass es verhältnismässig leicht auf seine Richtigkeit, wenigstens nach einer Seite hin geprüft werden kann. Es kann nämlich in einen aus Blech und Glas gebildeten Kasten dicht eingeschlossen und zugleich eine nasse Gazescheibe in letzteren geschoben werden, so dass das Haar binnen kurzer Zeit von völlig mit Feuchtigkeit gesättigter Luft umgeben ist. Legt sich alsdann der Zeiger nicht auf die 100% der Sättigung angebende Stelle des Gradbogens, so wird durch Drehen des Bolzens, an welchem das Haar befestigt ist, dasselbe entsprechend verkürzt oder verlängert. Koppe hat auch das Gewichtchen, welches beim Tragen des Gerätes durch seine pendelnden Bewegungen das Haar ungebührlich beanspruchen kann, durch eine Feder ersetzt.

Die Dehnungen des Haares stehen nicht in geradem Verhältnis zu dem Feuchtigkeitsgrade der Luft, d. h. den in Hundertsteln angegebenen Teilen der völligen Sättigung. Dieser Umstand, sowie die

---

1) Saussuve, Versuch über Hygrometrie, übersetzt von Titius, Leipzig 1784.
2) D. p. J. 1877, 226, 297.

›sicht, das Gerät so zu gestalten, dass es auf grössere Entfernungen ne Schädigung seiner Genauigkeit versandt werden kann, haben .inkerfues zu einer anderen Ausbildung des Haarfeuchtigkeitsmessers ranlasst.[1]) Leider ist damit auch dem Benutzer desselben die Möglichit genommen, sich rasch von dessen Zuverlässigkeit zu überzeugen oder r selbst eine Berichtigung vorzunehmen. Das Klinkerfues'sche Gerät det auch an dem Übelstande, dass die zur Wirkung kommenden Haare gen die umgebende Luft einigermassen abgesperrt sind, sodass es dem uchtigkeitswechsel der letzteren nur träge folgt.

e hier in Rede stehenden Feuchtigkeitsmesser dürften im grossen und ınzen nicht selten etwa 5 % fehlerhaft anzeigen. Über andere Feuchkeitsmesser wolle man in den angezogenen Quellen nachsehen.[2])

14. Die elektrischen Masse.

Es ist streitig, ob eine Erörterung der elektrischen Masse und zuehörige Messverfahren bezw. Messgeräte in den Rahmen dieses Buches ehört. Ich habe geglaubt, dieselbe entbehren zu können, da die Elekricität einerseits bisher keine erhebliche Anwendung bei der rein mechaischen Aufbereitung gefunden hat, sie andererseits besonderen Studiums edarf. Die Einheiten der elektrischen Masse sind sehr gut erörtert in em unten verzeichneten Werkchen.[3])

[1]) D. p. J. 1877, **226**, 100; 1879, **234**, 208 m. Abb.

[2]) Übersichten: D. p. J. 1879, **234**, 46 m. Abb.; 1881, **240**, **447** m. Abb.; **41**, 297 m. Abb.; 1882, **244**, 378 m. Abb.; 1884, **252**, 29 m. Abb.
Whitehouse: D. p. J. 1872, **204**, 188.
Meyn, (Menschenhaar): D. p. J. 1878, **227**, 364 m. Abb.
Riedel (desgl.): D. p. J. 1885, **256**, 442 m. Abb.
Mithoff: D. p. J. 1882, **245**, 452.
Gebr. Richard, (Selbstverzeichnend): D. p. J. 1883, **247**, 484 m. Abb.

[3]) Waltenhofen: die internationalen absoluten Masse, insbesondere die elektrischen Masse, Braunschweig 1885.

II. Abschnitt.

Das Lockern des Gefüges und Verdichten desselben.

Die Arbeiten, welche das Lockern des Gefüges, das Erweichen der Stoffe bezwecken, gehen mit wenigen Ausnahmen den Umgestaltungsarbeiten voran. So mögen dieselben denn auch hier den Anfang machen. Das Verdichten des Gefüges, Erhärten der Stoffe folgt vielfach der Umgestaltung; es lässt sich jedoch von dem Lockern nicht gut trennen.

1. Lockern des Gefüges durch Erschütterungen.

Ungleichartige Körper, d. h. solche, welche an verschiedenen Punkten bezw. in verschiedener Richtung ungleich fest sind, werden in ihrem Gefüge durch lebhafte Stösse in der Weise erschüttert, dass die Widerstandskraft besonders hart getroffener schwacher Stellen überwunden, also der Zusammenhang der Teilchen ein geringerer wird. Diese Zerstörung des Gefüges erweitert sich mit der Zahl der Stösse. Befanden sich einzelne oder mehrere der Körperteilchen vor der in Rede stehenden Behandlung in einer Zwangslage (im gepressten Baumwollballen, geballten Bettfedern, in den Ähren des Getreides u. s. w.), so kommt die Spannung derselben jener Wirkung unmittelbar wie mittelbar zu Hülfe, indem sie die auf Zerstörung des Zusammenhanges gerichteten Kräfte unterstützt und nach teilweiser oder völliger Überwindung des Zusammenhanges die gewonnene freiere Lage zu erhalten bestrebt ist.

Schärfer wird dieser Vorgang beleuchtet durch folgende Betrachtung: Auf einer, um den Winkel α gegen die wagrechte geneigten Ebene liege ein Körper, dessen Gewicht Q sei. Alsdann drückt der letztere mit $Q \cdot \cos\alpha$ auf die geneigte Ebene, wodurch zwischen ihm und der letzteren der Reibungswiderstand $f \cdot Q \cdot \cos\alpha$ entsteht, wenn f die Reibungswertziffer bezeichnet. Dieser Reibungswiderstand ist jeder versuchten oder eintretenden Verschiebung des in Rede stehenden Körpers gerade entgegengesetzt.

Ausser dem Kraftzweig $Q \cdot \cos\alpha$ entsteht aus Q der andere in der Neigungsrichtung der Ebene auftretende: $Q \cdot \sin\alpha$. Derselbe bringt eine Verschiebung nur dann hervor, wenn:

$$Q \cdot \sin\alpha > f \cdot Q \cdot \cos\alpha, \text{ oder}$$
$$f < tg\,\alpha \quad \text{ist.}$$

Bekanntlich bezeichnet man denjenigen Winkel α, dessen Tangente gleich der Reibungswertziffer f ist, mit dem Namen Reibungswinkel.[1])

Wirkt nun auf den Körper noch eine andere, irgend welcher Quelle entspringende Kraft P gleichlaufend mit der geneigten Ebene, aber unter einem Winkel φ gegen den Kraftzweig $Q.\sin\alpha$, so beträgt die Mittelkraft beider:

$$R = \sqrt{P^2 + Q^2 \sin^2\alpha + 2 . P . \sin\alpha . \cos\varphi}$$

welche in ihrer Richtung bei entsprechender Grösse der Kraft P den unveränderten Reibungswiderstand zu überwinden im stande ist, so dass die ohne jene Hilfskraft P gewissermassen unwirksame Kraft $Q.\sin\alpha$ voll zur Geltung kommt. So beginnt ein auf schiefer Ebene, z. B. einem nicht ganz geraden Tisch, liegender Gegenstand, der durch seine Reibung an seinem Orte festgehalten wird zu gleiten, wenn durch Erschütterungen Hilfskräfte P zeitweise auf ihn einwirken.

Wenn ein Körper zwischen zwei, einen hohlen Keil bildende Flächen eingeklemmt ist, so treten gleiche Erscheinungen auf, sobald Anlass zu einer Verschiebung des Körpers gegeben wird: der letztere bewegt sich in einer Richtung, welche zwischen derjenige der zeitweilig auftretenden Hilfskraft P und derjenigen liegt, die aus den Drücken der Keilflächen abzuleiten ist und bestrebt, aber allein unfähig ist, den Körper der Öffnung des Keiles zu zuschieben.

Die Massenwirkung der von raschen Stössen getroffenen Teilchen ist in vielen Fällen im besprochenem Sinne dem angestrebten Zweck günstig.

Nicht selten werden zur Förderung des Zweckes die weiter unten folgenden Lockerungsmittel (Einweichen, Erwärmen) zu Hülfe genommen.

Es gehören hierher:

A. Die Lockerung der geballten Baumwolle, Tierhaare, Bettfedern u. s. w.

Ein sehr altes Verfahren die Ballung der genannten Stoffe in dem Grade zu heben, dass sie durch Kratzen oder Krempeln, Ausziehen u. s. w. zum Verspinnen tauglich gemacht werden können, bezw. ihre frühere Federkraft zurück erhalten, besteht in dem Schlagen derselben mittels Ruten. Ein hölzerner Rahmen ist an seinem unteren Rande durch ein weitmaschiges Draht- oder anderes Gewebe, ein Sieb geschlossen und auf Böcke gestellt. Man bringt die zu behandelnden Stoffe in das so gebildete flache Gefäss und peitscht sie mit Ruten. Während der hierdurch herbeigeführten Lockerung finden abbröckelnde Schmutzteile Gelegenheit durch die Maschen des Siebes nach unten zu fallen; auch Trümmer des Stoffes, welche ihrer Kleinheit halber den eigentlichen Zwecken der Stoffe nicht mehr entsprechen, fallen durch das Sieb, während gröbere Unreinigkeiten mit der Hand ausgelesen werden.

Das Verfahren ist jedoch sehr mühselig; wird doch angegeben, dass eine Arbeiterin während eines Tages nur 2 *kg* oder etwas mehr feine Baumwolle regelrecht zu klopfen, im stande sei. Trotz der grossen Schonung, welche dieses Lockerungsverfahren den Stoffen gegenüber übt, ist dasselbe deshalb so gut wie gar nicht mehr im Gebrauch; auch der Versuch ähnlich wirkende Klopfmaschinen einzüführen [2]) ist missglückt.

Der weniger zarte Wolf, Teufel oder Öffner wird seiner bedeutend grösseren Leistungsfähigkeit halber für die erste Lockerung der

---

[1]) G. Hermann, Z. d. V. d. I. 1883, S. 1 m. Abb.

[2]) D. p. J. 1852, **126**, 187 m. Abb.; 1876, **220**, 36 m. Abb.

Baumwolle und Tierhaare vorgezogen. Seine wirksamen Teile bestehe aus einer Vorrichtung zum Festhalten des zu Bearbeitenden, vielleich ein Paar mit Stacheln besetzter Walzen *A* und *I* Fig. 105, und den auf dem Trommelmantel *C* be festigten Fingern *i*. Die Walzen *A* und *B* drehe sich langsam und zwar so, dass das Arbeitsgut mi etwa 2 bis 5 *cm* sekundlich sich der mit Finger besetzten Trommel nähert. Die Geschwindigkeit de Finger ist eine grosse (20 bis 35 *m* sekundlich) s dass die von ihnen ausgeführten Schläge sehr hefti ausfallen. Da nun die Finger zuweilen nur 15 *c* in ihrer Bewegungsrichtung voneinander abstehe so ist auch die Zahl der Schläge eine sehr grosse (bis 200 in de Sekunde, oder bis 100 auf 1 *cm* Länge des zugeführten Arbeitsgutes also die Bedingungen für eine durchgreifende Wirkung in hohem Mass vorhanden. Die locker gewordenen Teile des, den schlagenden Finger entgegenhängenden Bartes lösen sich, der Wucht der Schläge, bezw. de Reibung der Finger nachgebend ab. Nicht selten werden an dem Mant der Maschine, um die Lockerung zu vervollständigen, feste Finger an gebracht, gegen welche die abgelössten Büschel geschleudert werde Mannigfache Bauarten des Wolfes dienen dazu, die Wirkungsweise de selben der Natur und den Zwecken der Stoffe möglichst anzupassen.[1]

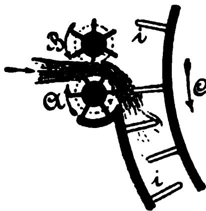


Fig. 105.

Die Finger des Wolfes sind, in der Richtung der Trommelachs gemessen, 9 bis 15 *cm* voneinander entfernt; derjenige Teil des infolg Drehens der Walzen *A* und *B* hervorquellenden Bartes, welcher zwische den Fingern belegen ist, erfährt nur nebensächlich eine Bearbeitung weshalb, trotz wiederholter Anwendung des Wolfes eine ziemlich wei gehende Ungleichartigkeit der Bearbeitung stattfindet. Derselben folg deshalb regelmässig eine weitere Auflockerungsarbeit, die namentlich b der Baumwolle klar zu Tage tritt: man klemmt dieselbe bei der Schlag maschine ähnlich ein wie bei dem Wolf und lässt gerade, zu ihre Drehachse gleichlaufende Stäbe weitere Schläge auf sie ausüben. *A* un *B*, Fig. 106, bezeichnen ein Paar geriefte Walze welche die zu bearbeitende Baumwolle einführe und während der Bearbeitung festhalten, *i* eine der Schlagstäbe, welche mit der Welle *C* fe verbunden sind, *D* den behufs Absonderung d Staubes teilweise durchlochten Mantel der Maschin Die Umfangsgeschwindigkeit der Zufuhrwalze *A* und *B*, wie der Schläger *i* ist etwa gleich d

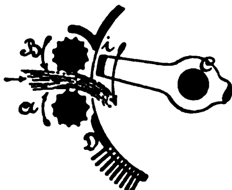


Fig. 106.

---

[1]) Prechtl, techn. Encyklop. Bd. 19 (1853) S. 46 m. Abb.
desgl. Supplem. Bd. 1 (1857) S. 65 m. Abb.
Karmarsch & Heeren, techn. Wörterbuch, 3. Aufl., Bd. I, S. 32 m. Abb.; Bd. 8, S. 598 m. Abb.
D. p. J. 1873, **209**, 85 m. Abb., 89 m. Abb.; **210**, **164**; 1878, **22** 242 m. Abb.; 1885, **256**, 304 m. Abb., **257**, 179 m. Abb.
Z. d. V. d. I. 1886, S. 61 m. Abb.

bei Wölfen gebräuchlichen, nämlich 2 bis 5 *cm* bezw. 20 bis 35 *m* sekundlich; der Unterschied beider Maschinen liegt hauptsächlich darin, dass die Schlagwirkung auf jeden Punkt der ganzen Bartbreite die gleiche und — meistens — die Welle *C* nur mit zwei Schlägern ausgerüstet ist. Die Zahl der auf 1 *cm* Länge des allmählich hervorquellenden Bartes entfallenden Schläge beträgt 20 bis 50. Weil in den Bart eingreifende und diesen zerrende Finger fehlen, so ist die Bearbeitung eine schonendere als diejenige durch den Wolf; sie wird 2 bis 5 mal angewendet.

Zeichnungen solcher Schlagmaschinen findet man in unten verzeichneten Quellen.[1])

Die Auflockerung der Bettfedern erfolgt in einer etwa 1,25 *m* weiten, 2,5 *m* langen Blechtrommel, in welcher sich eine Welle mit 12 Armen 180 bis 200 mal minutlich dreht. Die Arme sind in schraubenförmiger Folge auf die Welle befestigt. Ein an der Einmündungsstelle 50 *cm* bei 1,8 *m* weiter Einwurftrichter dient zum Einbringen der Ladung, während eine an der Trommel angebrachte Thür behufs des Auslassens geöffnet wird. Man führt zur Förderung des Lockerns während der Arbeit Dampf in die Trommel. Andere Einrichtungen sind in den Quellen beschrieben.[2])

Das Dreschen der Feldfrüchte, behufs Ablösens der Samenkörner aus den Ähren, Schoten oder Kapseln hat, soweit es mit Handwerkzeugen ausgeführt wird, viel Ähnlichkeit mit dem w. o. beschriebenen Klopfen der Baumwolle u. dergl.; es wird jedoch — der Natur der in Behandlung kommenden Dinge entsprechend — mit grösserer Derbheit durchgeführt.

Meikle verwendete 1785 zuerst eine solche Maschine zum Dreschen, welche der Schlagmaschine sehr nahe verwandt ist, und deren grundsätzliche Anordnung im wesentlichen noch heute allgemeine Anwendung findet. Schlagstäbe bilden eine Trommel und kreisen mit der gemeinsamen wagrechten Welle gegenüber einem, die Trommel auf etwa $^1/_3$ des Umfangs einschliessenden Mantel, welcher aus festen Schlagstäben gebildet ist. Das beschränkte Festhalten des zu Bearbeitenden erfolgt ausschliesslich durch die korbartig angeordneten festen Stäbe. Die Gestalt der Schlagstäbe ist verschieden.

Kehlmann[3]) verwendet bei 63 *cm* äusseren Trommeldurchmesser (die Schlagstäbe mit gemessen) 7 gewöhnliche Winkeleisen und stellt den Mantel aus zahlreichen Holzstäben her, auf welche schmale halbrunde Leisten befestigt sind. Die Trommel dreht sich minutlich etwa 700 mal,

---

[1]) Prechtl, techn. Encyklopädie, Supplem. 1857, Bd. I, S. 73 m. Abb.
Karmarsch und Heeren, techn. Wörterbuch, 3. Aufl. 1876, Bd. I, S. 326 m. Abb.
D. p. J. 1880, **238**, 38; 1881, **240**, 361; **241**, 356 m. Abb.; 1884, **251**, 255 m. Abb.; 1885, **255**, 148 m. Abb.

[2]) Mitt. d. Gewerbv. f. Hannov. 1835, S. 162 m. Abb., S. 249 m. Abb.
D. p. J. 1837, **64**, 117 m. Abb., 266 m. Abb.
Gewerbebl. f. Hannov. 1842, S. 40 m. Abb.

[3]) Rühlmann, allgem. Maschinenlehre, Bd. 2, S. 518 m. Abb.

Minute, so dass die Schlägergeschwindigkeit 22,5 *m* sekundlich beträgt. Bei dem Dreschen feuchten Getreides soll die Geschwindigkeit ein wenig erhöht werden.

Es soll die Geschwindigkeit mindestens 21 *m*, höchstens 35 *m* betragen.

Andere Erbauer versehen die eisernen Schlagstäbe wie die ebenfalls aus Eisen gefertigten Gegenleisten mit schrägliegenden Kerben verschiedener Gestalt. Der lichte Abstand zwischen den Schlägern und den festen Stäben beträgt etwa 12 *mm* und ist vielfach einstellbar.

Moffitt versuchte [1]) der Trommel des Wolfs ähnliche Schlägertrommeln einzuführen, jedoch aus leicht ersichtlichen Gründen ohne Erfolg.

Wegen Einzelheiten der Dreschmaschinen verweise ich auf unten verzeichnete Quellen. [2])

Auch in grosser Zahl aufeinander folgende Drücke, welche mit Stössen nichts gemein haben, aber doch im stande sind die Festigkeit an den schwachen Stellen zu überwinden, verwendet man zu vorliegendem Zwecke. Es gehört hierher das Entschälen der Hirse. Man füllt mit ihr eine enge Stampfgrube so hoch, dass ein niederfallender Stempel zwar tief eindringt, aber nur ein lebhaftes gegenseitiges Drängen der Körner herbeiführt, nicht dem Boden so nahe kommt, um ein Korn zerdrücken zu können. Gerste und auch anderes Getreide schält man ebenso, unterstützt aber die Lösung der Schale von dem Kern durch Netzen.

2. Lockern des Gefüges durch Einweichen, bezw. Lösen und Verdünnen.

A. Allgemeine Erläuterungen.

Durch Einfügen einer Flüssigkeit zwischen die Teilchen eines festen Körpers wird der gegenseitige Abstand der letzteren vergrössert und die gegensätzliche Verschiebbarkeit vermehrt, bezw. der Zusammenhang des festen Körpers verringert. Nach Umständen vermag man den Körper hierdurch bildsamer zu machen, nach Umständen seine Zerteilbarkeit zu fördern oder gar ihn flüssig zu machen; zähflüssige Stoffe werden dünnflüssiger oder verdünnt.

Das Eindringen einer Flüssigkeit in einen anderen Körper erfolgt vermöge der gegenseitigen Anziehungskraft beider, ihrer Verwandtschaft; die Flüssigkeit muss den festen Körper, bezw. die durch sie zu verdünnende Flüssigkeit netzen. Sofern die Verwandtschaft genügend gross ist, so ist nur eine längere Berührung beider in Frage kommenden Dinge erforderlich, um den beabsichtigten Zweck zu erreichen.

---

[1]) Polyt. Centralbl. 1854, S. 129 m. Abb.

[2]) Hamm, die landwirtschaftl. Masch. und Geräte Englands, 2. Aufl., Braunschw. 1858, S. 662 m. Abb.

Fritz, landwirtschaftliche Maschinen, Berlin 1880, S. 432 m. Abb. (Enthält zahlreiche geschichtliche Angaben).

Perels, Handbuch des landwirtschaftlichen Maschinenwesens, 2. Aufl., Bd. 2, Jena 1880, S. 187 m. Abb.

Man ist jedoch im stande, durch verschiedene Mittel das Einweichen s. w. zu fördern. Standen die zu netzenden Flächen vorher längere it mit der atmosphärischen Luft in Berührung, so muss die auf den-ben haftende Luftschicht seitens der netzenden Flüssigkeit zunächst drängt werden; es geschieht das, weil die netzende Flüssigkeit von den gl. Flächen kräftiger angezogen wird als die Luftschicht. Durch ge-ltsames Vorwärtstreiben der Flüssigkeit wird die Verdrängung der ftschicht beschleunigt. Man lege ein Stück fettfreies Leder in Wasser, ücke bezw. quetsche gleichzeitig ein zweites gleiches Lederstück unter asser, um sich zu überzeugen, dass letzteres viel rascher weich wird als steres. Knet- oder rührbare Körper werden rascher eingeweicht durch issiges Mischen mit der Flüssigkeit.

Endlich findet in vielen Fällen eine Unterstützung des Einweichens urch Erwärmung statt.

Mit den in Rede stehenden Lockerungsverfahren nahe verwandt, die usserste Grenze des Einweichens solcher Körper, welche aus selbstän-igen Einzelkörpern zusammengefügt sind bildend, ist noch das Zerrühren u erwähnen, d. h. die Verteilung der erwähnten Einzelkörper in der lüssigkeit, so dass sie durch die Bewegungen derselben schwebend er-alten werden.

Es würde zu weit führen, sämtliche durch Einweichen u. s. w. in hrem Zusammenhange zu lockernde Körper nebst den hierzu gebräuch-ichen Flüssigkeiten hier anzuführen; einige Beispiele dürften zur Er-äuterung der allgemeinen Auseinandersetzungen genügen.

B. Beispiele des Verfahrens.

a. Einweichen mittels Wassers.

Thon, Lehm, Kreide, Erdfarben erweicht man durch Netzen mit Vasser bei gewöhnlicher Temperatur. Thon oder Lehm älterer Lagen fordern zum gehörigen Durchweichen eine längere Zeit; man bringt sie Gruben, sogen. Sümpfe und übergiesst sie mit Wasser. Das Ver-hren heisst das Einsumpfen oder Sumpfen. Das Erweichen sämt-cher hier genannten Stoffe wird lebhaft gefördert durch kräftig wirkende ührwerke, welche zuweilen zugleich wirkliche Zerkleinerungsmaschinen nd, um durch Zerlegen der grösseren Ballen dem Wasser ausgedehntere ngriffsflächen zu bieten (vergl. w. unter Rühren).

Leder wird mit Wasser bespritzt oder längere Zeit in Wasser gelegt.

Leim quillt im Wasser stark an, so dass die Lösung desselben in issem Wasser demnächst rasch gelingt.

Um Papier, Gewebe, Gespinstfasern gefügiger zu machen (z. B. hufs Glättens des Papieres, Mangelns der Gewebe, Pressen des Tuches s. w.) besprengt man sie mit Wasser, versieht sie einige Zeit mit ner feuchten Hülle, oder setzt sie der Einwirkung feuchter Luft aus. ie Thatsache, dass in Kämmereien, Spinnereien, Webereien ein ziemlich her Feuchtigkeitsgrad der Luft herrschen muss (man nimmt etwa 0 % der Sättigung als zweckmässig an) um die erforderliche Fügsam-eit der Fasern zu sichern, ist schon sehr lange bekannt, wenn sie auch icht immer genügend beachtet worden ist.

Auch Tabaksblätter netzt man vor ihrer Verarbeitung zu Zigarren und Rolltabak.

Das Entschälen des Getreides wird dadurch gefördert, dass man es mit Wasser benetzt und 4 bis 5 Minuten lang gut durcheinander mengt. Man hat zu diesem Zweck besondere Maschinen erdacht.[1])

Der grosse Feuchtigkeitsgehalt des frischen oder grünen Holzes macht dasselbe für alle diejenigen Arbeiten besonders geeignet, bei denen die Biegsamkeit desselben eine Rolle spielt. Hölzerne Gegenstände aus gebogenem Holze haben vielfach wenigstens im grossen und ganzen ihre Gestalt vor dem Trocknen des Holzes erhalten, Holzspäne für Schachteln u. dergl. werden von dem frischen Holze abgeschnitten. Sollen bereits getrocknete hölzerne Gegenstände gebogen werden, bezw. eine stärkere Biegung ertragen, so legt man sie vorher einige Zeit in kochendes Wasser oder wendet das:

b. Einweichen mittels Dampf

an. Der Dampf durchdringt das Holz rascher als das Wasser, das Verfahren ist reinlicher, wie das Einweichen mit Wasser, und ungefährlich, was gegenüber dem Erweichen mittels des Feuers (s. w. u.) von hoher Bedeutung ist. Es ist deshalb allgemein gebräuchlich Holzgegenstände unmittelbar vor dem Biegen derselben der Einwirkung des Dampfes auszusetzen, welcher zuweilen nur die Spannung der atmosphärischen Luft besitzt, oft aber höher gespannt, also wärmer als 100° ist.

Auch für das Erweichen der Haare (z. B. bei den Filzen) verwendet man Wasserdampf.

c. Das Erweichen durch Fette

findet hauptsächlich bei Lederwaren statt; für gewisse Handschuhleder verwendet man Eiweiss.

d. Weingeist

dient vorwiegend zum Lösen der Harze, welche zum Überziehen irgend welcher Gegenstände dienen sollen; er wirkt in gleichem Sinne bei Zurichtung der Leimfugen harzreicher Hölzer.

3. Lockern des Gefüges durch Wärme.

Dasselbe wird zu zwei Zwecken verwendet, nämlich um von vorhergehenden Bearbeitungen herrührende Spannungen auszugleichen (vergl. S. 103) und um eine nachfolgende Bearbeitung zu erleichtern. In einzelnen Fällen werden beide Zwecke gleichzeitig angestrebt.

Zur Erleichterung des Verständnisses der hierher gehörenden Erörterungen muss ich kurz eingehen auf die

A. Entwicklung der Wärme.

Quellen der Wärme sind im vorliegendem Falle ausschliesslich die chemischen Vorgänge, bei welchen Kohlenstoff und Wasserstoff oder Kohlenwasserstoffe sich mit Sauerstoff verbinden.

---

[1]) Z. d. V. d. I. 1871, S. 425 m. Abb.

Durch Verbindung von 1 *kg* Kohlenstoff (C) mit $^{16}/_{12}$ *kg* Sauerstoff (O) entsteht Kohlenoxyd (CO) wobei ~ 2470 Wärmeeinheiten frei werden. 1 *kg* Kohlenstoff und $2.^{16}/_{12}$ *kg* Sauerstoff bilden Kohlensäure (CO_2) und entwickeln ~ 8080 W.E. 1 *kg* Wasserstoff (H) verbindet sich mit $\frac{16}{2}$ *kg* Sauerstoff zu Wasserdampf (H_2O), wobei ~ 29060 W.E. frei werden. Die Wärmeentwicklung bei Verbrennung von 1 *kg* Sumpfgas (CH_4) beträgt ~ 11713, ebensoviel ölbildendes Gas (C_2H_4) liefert ~ 11087, Butylen (C_4H_8) ~ 10840, wasserfreier Weingeist (C_2H_6O) 7184 Wärmeeinheiten.

Diese sogenannten Brennstoffe sind fast nie rein vorhanden. Der Sauerstoff wird meistens der atmosphärischen Luft entnommen, welche in hundert Gewichtsteilen etwa 24 Gewichtsteile Sauerstoff neben etwa 76 Gewichtsteilen Stickstoff und einigen anderen unwesentlichen Beimischungen enthält. Bei Benutzung des Sauerstoffs zum Verbrennen, bezw. zur Wärmeentwicklung muss sonach der ihn begleitende Stickstoff u. s. w. mit erwärmt werden, wofür unter Umständen eine beträchtliche Wärmemenge aufzuwenden ist.

Der Feuchtigkeitsgehalt der Brennstoffe bringt nicht minder Wärmeverluste hervor, indem das Wasser verdunstet werden muss und regelmässig als Wasserdampf entweicht. Erdige Bestandteile fester Brennstoffe, die Asche derselben, verbrauchen ebenfalls Wärme; sie machen sich jedoch meistens in der Richtung unangenehmer geltend, dass sie die Verbrennung durch ihre Raumbeanspruchung stören, oder den Luftzutritt zu den eigentlichen Brennstoffen dadurch, dass sie schmelzen und die Luftwege versperren. Der Schwefelgehalt der Steinkohle (etwa $2^1/_2$ % im Mittel) schädigt die Metalle, indem er in schweflige Säure und unter günstigen Umständen in Schwefelsäure verwandelt wird durch chemische Einwirkung.

Das Backen, welches vielen Steinkohlen eigen ist, und welches im Eintreten eines mehr oder weniger teigförmigen Zustandes besteht, fördert teilweise, hindert aber häufig die Ausnutzung der zu entwickelnden Wärme.

Endlich ist noch der Rauch- bezw. Russbildung zu gedenken.

Auch die flüssigen und festen Brennstoffe werden in Gasform übergeführt, bevor sie verbrennen. Bestehen die verbrennenden Gase teilweise aus Kohlenwasserstoffen, so ist folgender Vorgang zu beachten: bei Mangel an Luft wird ein Teil des Kohlenstoffes infolge der hohen Temperatur in fester Form ausgeschieden, die Kohlenstoffteilchen glühen und verursachen das Leuchten der Flamme, sie verbrennen an der Oberfläche, sofern hier sich ihnen genug Sauerstoff bietet und nicht durch örtliche Abkühlung die Verbindung der Kohlenstoffteilchen mit dem Sauerstoff verhindert wird. Werden sie nicht verbrannt, so entweichen sie mit den Verbrennungsgasen als Russ. Bei Verbrennung des Wassergases, des sogenannten Generatorgases und des Weingeistes fehlt es an ausscheidbarem Kohlenstoff, ebenso bei wasserstoffarmen Kohlen; die Flammen der ersteren leuchten deshalb (fast) nicht, das bei der Ver-

brennung der letzteren auftretende Leuchten rührt von der noch setzten Kohle her. Dagegen entspringt das Licht der Leuchtgasfl des Erdöles wie der wasserstoffhaltigen Kohle ganz bezw. zum gr Teil jenem Vorgange. Die Flamme dieser Brennstoffe sind desbal Russbildung geneigt.

Die Dämpfe oder Gase, welche flüchtige wie feste (Paraffin, St Wachs u. s. w.) Kohlenwasserstoffe der Flamme zuführen, treten in g förmiger Menge auf; es ist daher nicht schwer die Bedingungen fü vollständige Verbrennung zu erfüllen. Anders ist es bei der Wass führenden Steinkohle. Hier entwickeln sich die Kohlenwassersto bald nach dem Einbringen des Brennstoffes in die Feuerstelle, und in lebhafter Weise, worauf dann die reine Kohle (Koke) in andere verbrennt. Da nun bei gewerblichen Betrieben nicht immer möglic die entstehenden Gase jederzeit vor Abkühlung zu schützen und die kohle in so kleinen Ladungen einzutragen, dass eine nahezu s Kohlenwasserstoffentwicklung, eine der Vorbedingungen für die V derung der Russbildung stattfindet, so wird man sich mehr und dazu bequemen müssen solche Brennstoffe zu verwenden, welche k Russ erzeugen; man wird Einrichtungen wie Verfahren den bei de treffenden Arbeiten bisher ungebräuchlichen Brennstoffen anpassen m

Weiter oben wurde bereits erwähnt, dass der zur Verbrennung nende Sauerstoff von weit überwiegenden Stickstoffmengen begleite auch die eigentlichen Brennstoffe von unbrennbaren Stoffen nicht i frei seien.

Daraus erwächst die Schwierigkeit, die Sauerstoffteilchen mi Brennstoffteilchen so zusammenzuführen, dass letzteren nichts m und erstere doch nicht im Überschuss vorhanden sind. Es geling nur bei den in ganz gleichförmiger Weise vorhandenen gasförmigen niger vollkommen bei den flüssigen, fast nie bei den festen Brenns Letzteren führt man nicht selten das 5 bis 10fache der erforder Luft zu, um die Verbrennung zu sichern, bringt damit aber ein bedeutendes Opfer, indem infolge dieses Verfahrens nicht selten der g Teil der entwickelten Wärme verloren geht, hohe Temperaturen gar hervorzubringen sind.

Festen Brennstoffen führt man also einen Überschuss an Luft g über dem rechnungsmässigen Betrage zu und zwar ist gebräuchlicl Durchschnitt das Doppelte dieses Betrages anzunehmen, wenngleich m gut ausgeführte und behandelte Feuerungsanlage mit einem gerin Zuschlage des rechnungsmässigen Betrages auskommt.

Die angeschlossene Zusammenstellung enthält mittlere Werte die Zusammensetzung ($C =$ Kohlenstoff, $H =$ Wasserstoff, H_2O : chemisch gebunden angesehenes Wasser, $W =$ verdunstbares W $A =$ Asche) den Brennwert ($E =$ Wärmeeinheiten für 1 *kg* Brenn die erforderliche Luftmenge L, die Zusammensetzung des R ($Ac =$ Kohlensäure, $Aq =$ Wasserdampf, $\mathfrak{N} =$ Stickstoff) bei ein Luftzufuhr und endlich das Gewicht $= G$, das (1000fache) Einhe wicht γ des Rauches (Gewicht von 1000 *cbcm* $= 1$ *l* in *gr*, oder

	C	H	H_2O	W	A	E	L	Ac	Aq	$\mathfrak{N}$	Einfache Luftmenge G	Einfache Luftmenge γ_{1000}	Einfache Luftmenge c	Doppelte Luftmenge G	Doppelte Luftmenge γ_{1000}	Doppelte Luftmenge c
Lufttrocknes Holz	0,39	—	0,40	0,195	0,015	2781	4,52	1,48	0,60	3,48	5,50	1,297	0,266	10,02	1,296	0,2[illegible]
Lufttrockner Torf	0,35	0,01	0,29	0,25	0,10	2748	4,41	1,28	0,63	3,40	5,31	1,284	0,268	9,72	1,288	0,25
Lufttrockne Braunkohle	0,50	0,015	0,205	0,20	0,08	4176	6,32	1,83	0,54	4,87	7,24	1,323	0,258	13,56	1,308	0,25
Steinkohle	0,80	0,04	0,09	0,08	0,04	7483	10,67	2,93	0,48	8,22	11,68	1,348	0,250	22,30	1,321	0,24
Holzkohle	0,85	0,01	0,08	0,06	0,05	7084	10,20	3,12	0,18	7,85	11,15	1,385	0,244	21,35	1,339	0,24[illegible]
Koke	0,87	0,005	0,015	0,05	0,06	7065	10,26	3,19	0,11	7,90	11,20	1,393	0,242	21,46	1,348	0,24[illegible]
Rohes Erdöl	Gemisch verschiedener Kohlenwasserstoffe					10000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

	H	CH_4	C_2H_4	C_4H_6	CO	CO_2	N	E	L	Ac	Aq	$\mathfrak{N}$	G	γ_{1000}	c
Steinkohlen-Leuchtgas	0,05	0,54	0,10	0,08	0,15	—	0,08	10118	14,19	2,29	1,90	11,00	15,19	1,287	0,270
Wassergas	0,058	0,115	0,019	—	0,701	0,056	0,055	4780	5,62	1,85	1,02	4,38	7,20	1,275	0,254

...rat.	Einheitswärme
.. 48°	0,0335 (Kopp)
. 100°	0,056 (Bunsen)
. . 102°	0,03 (Kopp, Bède)
380°	0,036 (Person)
. 100°	0,093 (Kopp, Bunsen)
. 100°	0,055 (Bunsen)
.. 350°	0,06 (Person)
—	0,094 (Kopp)
bis 98	0,086 (Regnault)
4 .. 98°	0,086 „
3 .. 45°	0,22 (Kopp)
.. 300°	0,19 (Dulong u. Petit)
14 .. 99°	0,198 (Regnault)
16 .. 100°	0,21 (Kopp, Regnault)
15 .. 98°	0,21 (Regnault)
23 .. 98	0,21 „
—30 = 0	0,5 (Person)

. . .e Einheitswärme innerhalb der angegebenen ... bezeichnen Durchschnittswerte, d. h. sie ... z. B. Eisen von 100° bis 0° abkühlte, die ...s und durch 100 teilte. Sie sind daher nur ...wärmung bezw. Abkühlung von Grenzpunkt zu ... Man sieht, dass die Einheitswärme mit der ... erschwert die Benutzung der Zahlen. Auch ... nicht immer für diejenigen Temperaturen ge... ...sucht. Immerhin gewähren die Werte einen ... Anordnung der Erwärmungsvorrichtung, bezw.

... Schmelzen allein erforderliche Wärme ...esonders bestimmt worden. Man kann, durch Hin... ...wärme zu derjenigen Wärmemenge, welche ... Stoff bis zur Schmelztemperatur zu erwärmen, ... berechnen. Einfacher ist die Bestimmung der ...gewinnt sie, indem man, unter Beobachtung ent... ...assiegeln, eine gewisse Menge des geschmolzenen ... festgestellte Wassermenge wirft und aus der Tem... ... Wassers auf die vom Versuchsstück abgegebene

... Gewicht des Versuchsstückes in kg (welches man der ... nach seiner Abkühlung wägt), Q das Gewicht des ... die Temperaturerhöhung und W die Gesamtwärme

e Umwandlung eines *kg* des fraglichen Stoffes von dem festen de mit der Temperatur t_1 in den flüssigen Zustand, so gilt:

$$q \cdot W = Q\,(t_1 - t_2) \text{ oder}$$

$$W = \frac{Q}{q}\,(t_1 - t_2).$$

Ian umgeht auf diesem Wege die Schwierigkeit, welche in der lerlichkeit der Einheitswärme des Versuchsstückes liegt. Die hier le Zusammenstellung enthält einige Angaben über die Schmelz- und die Gesamtwärme W, letztere von 0^c ab gerechnet.

	Schmelz-Temperat.	Schmelz-Wärme	Gesamt-Wärme W
. . . .	322—334°	5,86 (Rudberg)	14 (Ledebur)
it	260—268°	12,64 (Person)	18 desgl.
. . . .	230—235°	13,3 (Rudberg) 14,2 (Person)	26 desgl.
. . . .	412—423°	28,1 desgl.	62 desgl.
on	425—432°	—	65 desgl.
. . . .	999° (Person)	21,1 (Person)	77 (berechnet)
. . . .	etwa 1100°	—	165 (Gruner)
s Roheisen . .	1050—1100°	33,0 (Gruner)	280 desgl.
Roheisen . . .	1100—1275°	23,0 desgl.	245 desgl.
ahl	1300—1400°	—	300 desgl.
inn + 16,7 Blei .	205°	—	21,5 (Ledebur)
„ + 30,5 „ .	187°	—	21,0 desgl.
„ + 50 „ .	202°	—	18,0 desgl.
n + 10 Antimon .	236°	—	28,0 desgl.
+ 18 „ .	250°	—	25,7 desgl.
i + 10 Antimon .	240°	—	13,8 desgl.
+ 18 „ .	260°	—	15,6 desgl.
wachs	61,8°	42,3 (Person)	—
. . . .	0°	80 (Bunsen)	—

. Die Verdunstungswärme, d. h. diejenige Wärme, welche erlich ist für die Verdunstung eines *kg* des Stoffes, bezw. die frei bei dem Niederschlagen des Dampfes, hat für die Zwecke des vor- den Buches nur hinsichtlich einiger Stoffe eine grössere Bedeutung. Es mögen folgende Angaben hier Platz finden:

Die ganze Verdampfungswärme des Wassers (Erwärmung desselben bis zum Siedepunkte oder 100° und die eigentliche Verdunstungs- e) beträgt nach Regnault:

$$606{,}5 + 0{,}305\,t \text{ Wärmeeinheiten,}$$

t die Temperatur des Dampfes bezeichnet.

Die eigentliche Verdunstungswärme

des Quecksilbers ist:	62,	W. E.
„ Schwefels:	362	„ „
„ reinen Weingeistes:	208	„ „

d. Siedepunkte einiger Stoffe.

Blei	zwischen	1450°	und	1600°
Antimon	„	1090°	„	1450°
Wismut	„	1090°	„	1450°
Magnesium	etwa	1100°		
Zink	zwischen	900°	„	1040°
Kadmium	„	720°	„	860°

Schwefel	444°	bei 708 *mm* Quecksilbersäule	Barometerstand
	449°	„ 760 „ „	
	450°	„ 780 „ „	
Quecksilber	354,3°	„ 720 „ „	
	357,3°	„ 760 „ „	
	358,8°	„ 780 „ „	

Glyzerin	290°
Phosphor	288°
Kampfer, gewöhnl. .	204°
Terpentinöl	159°

Schwefelsäure,	5 %	— 101°	Nach Lunge bei 720 bis 730 *mm* Barometerstand.
	20 %	— 105°	
	30 %	— 108°	
	40 %	— 114°	
	50 %	— 124°	
	60 %	— 141°	
	70 %	— 170°	
	80 %	— 207°	
	90 %	— 262°	
	95 %	— 295°	

Destillationserzeugnisse des Erdöls:

Erdöl- (Petroleum) Äther	40 bis	70°
Gasolin (zum Auslaugen der Ölsamen)	70 „	90°
Benzin (Fleckenwasser)	90 „	110°
Ligroin (zur Beleuchtung)	110 „	120°
Putzöl, Lacköl	120 „	170°
Photogen (zur Beleuchtung)	170 „	245°
Solaröl desgl.	245 „	310°
Schmieröl	310 „	350°
Paraffin, weich. (Schmelztemp. 38 bis 52°)	350 „	390°
„ hartes (Schmelztemp. 52 bis 56°)	390 „	430°

C. Unmittelbares Erwärmen.

a. Freie Flamme.

Für manche Zwecke genügt die Einzelflamme einer Kerze, e Öl- oder Weingeistlampe oder eines Gasbrenners, in welche das zu wärmende gelegt oder gehalten wird. Es ist dabei die zwiebelar Bildung der Flamme zu berücksichtigen: im Innern derselben befi sich die gasförmigen Kohlenwasserstoffe, welche einerseits wenig wi andererseits geneigt sind Sauerstoff an sich zu reissen; sie werden man förmig umgeben von den brennenden Kohlenwasserstoffen, wobei die le

...en einen, aus ausgeschiedenen Kohlenstoffteilchen gebildeten ...nthalten; auswendig endlich umgeben ebenso mantelförmig die ...n Verbrennungserzeugnisse die Flammen. Wenn kältere Flächen ... aus glühenden Kohlenstoffteilchen gebildete Schicht kommen, so ... sie berusst. Die Verbrennungsschicht hat die höchste Temperatur, ... aber auch Neigung Sauerstoff an die zu erwärmenden Körper ab...en: die äusserste Schicht ist weniger heiss und wirkt am meisten ...stend.

Die erwähnten Eigenschaften der einzelnen Flammenteile werden oft ... grossem Geschick verwendet.

Die gewöhnliche Einzel flamme wird, um ein grösseres Erwärmungsgebiet zu gewinnen, in Gruppen zusammengefügt, der Docht für flüssigen Brennstoff dick gewählt und sein Kopf auseinander gezerrt oder der Gasstrom durch einen Drahtknäul in zahlreiche kleine Strahlen zerlegt. Die Luftzufuhr für solche dicke Flammen ist schwer durchzuführen, weshalb sie zum Russen geneigt sind. Um die zum Verbrennen erforderliche Luft in richtiger Menge auch in das Innere der Flamme zu bringen, mischt man sie bei Gasflammen vorher mit dem zu verbrennenden Gase, wodurch die Flamme auch die Eigenschaft zu russen und zu leuchten verliert. Nach Bunsen lässt man Leuchtgas in eine senkrechte Röhre strömen, in welche, hinter der Eintrittsstelle des Gases, durch einstellbare Öffnungen Luft frei eintreten kann. Über dem oberen, offenen Ende der Röhre verbrennt das Gemisch.[1])

Das letztere wird in der Röhre teils durch die lebendige Kraft des Leuchtgases, teils durch sein, gegenüber der umgebenden Luft geringeres Einheitsgewicht nach oben getrieben. Unbedeutende Einflüsse vermögen ... die Geschwindigkeit des emporsteigenden Gemisches so zu verringern, ... sie kleiner wird als die Entzündungsgeschwindigkeit, so dass die Flamme nach unten wandert und schliesslich in eine gewöhnliche leuchtende Flamme an der Mündung der Gasröhre übergeht. Man nennt diesen recht lästigen Vorgang das Zurückschlagen der Flamme.

Der Elsner'sche Brenner leidet nicht an diesem Übelstande und lässt gleichzeitig einen erheblichen Umfang der Flamme zu. Das obere Ende einer Röhre oder eines im übrigen oben offenen Gefässes ist mittels einer wagrechten Siebfläche verschlossen; in einiger Entfernung unter dem Sieb lässt man Leuchtgas und noch tiefer Luft einströmen. Letztere mischt sich mit dem Gas, durchströmt die Maschen des Siebes und das Gemisch brennt mit wenig leuchtender, nicht russender Flamme über dem Sieb, welches das Herabsteigen, d. h. Zurückschlagen der Flamme unmöglich macht.

Die Wärmeentwicklung in der Raumeinheit einer der vorhin besprochenen Flammen ist verhältnismässig gering, der Wärmeverlust der Oberfläche gross und deshalb die zu erzielende Temperatur beschränkt. ...r höhere Temperaturen wird daher ein Schutz gegen Wärmeverluste ...er eine besondere Anfachung der Flamme erforderlich.

[1]) Vergl. auch Thomas' Gasbrenner, D. p. J. 1871, 202, 508 m. Abb.

Für ersteres bilden schöne Beispiele die Erw welche bei dem Aufziehen der Eisenbahnwagen werden.[1])

Häufig will man die Erwärmung nur an eine aber bestimmten Stelle hervorrufen. Alsdann g zugespitzte Gestalt und eine gewisse Steifheit, durch sie bläst. Gemeiniglich wird durch d auch angefacht. Da nun solche Flammen v Lotes verwendet werden, so nennt man sie Flammen.

In einfachster Art gewinnt man die Lötrohres. Eine etwa 20 *cm* lange, 5 an einem seiner Enden mit einer 5 bis 8 stehenden Ansatzröhre versehen, die bis 1 *mm*) zugespitzt ist. Die Spitze wird oder auch Gasflamme gelegt und hiera geblasen, wodurch ohne weiteres die er steht. Je nach der Lage der Lötroh der Heftigkeit des Blasens kann m reichere Flammenteile mit dem zu erw bringen. Auch ist leicht, eine breit werfen.

Allein, die Handhabung diese lichkeit und starke Anstrengung d ihm gewonnene Erfolg ein gering her das Lötrohr meistens durch e dergl. bethätigt.

Glasbläser und Löther ve dem Lötrohr nur durch Anbri Bläsers und grössere Abmessu

In demselben Sinne bläs durch die Flamme eines Stei Flamme aus der entsprechend in welchem das Feuer entw haltene Arbeitsstück trifft.

Wegen grösserer Rei habung wird das, jetzt geblasener Flammen den Man benutzt alsdann welcher jedoch die Lu sich fortreisst, sodass keit aus der Gebläs



Fig. 108.

Fig. 108 ein Beispiel dar. A Kessel, welcher in einem selben, ist die Weingeistlam Schraubung *D* — welche ei

[1]) D. p. J. 188 340 m. Abb.; 1885, Z. d. V. d.

[2]) Prechtl

[3]) Polyt. Ce

'ılt — mit Weingeist gefüllt.
'ftigkeit aus der etwa 0,8
'e Weingeistlampe
. Die Dochtlampe A
ınde, damit sie ih
erdurch die Einwirku
regelbar. Bei guter B
nigen Flamme Messing z
findet man in den unten

als Brennstoff kommen weiter
sprechung.
tragbaren Wasserstoffgasentwickler

ein dem Bestreben die Wärmeverluste der freien Flamme im allgemeinen sehr eichzeitig innerhalb grösserer Ausdehnung ge Temperatur zu schaffen bezw. zu erhalten.[3]) tens besteht (vergl. die Durchschnittfigur 109) r Feuerstelle *A*, in welcher nach Umständige Brennstoffe verbrannt werden, dem Herde *H* ırmende bezw. zu Schmelzende gelegt wird, und mit der Feuerstelle von einem Gewölbe ndlich dem Schornstein, der die Verbrennungsgase des geringeren Einheitsgewichtes derselben gegenst sie so emporstreben macht, dass die Luft durch Verbrennungsgase über den Herd hinweg nach dem ben wird.

16424; D. p. J. 1882, 246, 406 m. Abb.
33940; Z. d. V. d. I. 1886, S. 292 m. Abb.
· 1840, 77, 33 m. Abb.
lie Geschichte der Flammöfen führe ich das Folgende an. In dem icher Unterricht von Hüttenwerken, von C. A. Schlüter, Braun- heisst es S. 55: „Der Kupolofen ist eine Art Schmelzofen, welche ebläse haben, sondern das Feuer wird durch einen Windfang ge- lass dadurch die Erze zum Schmelzen gebracht werden können. en Öfen werden überall in England bei dasigen Blei- und Kupfererzen it und Kupolo genannt. Sie sind ungefähr in anno 1698—1700 von Dr. Namens W. Wrigt, von einem Goldschmidt und von noch einem en Mann erfunden".
Aus der beigegebenen Zeichnung und deren Beschreibung geht nun hervor, dieser Ofen genau gleich ist unserem heutigen Flammofen, oder Reverberi- der oben genannte Name dürfte herrühren von dem über den Herd ge- nten Gewölbe. Nach Ledebur's Bericht (Stahl u. Eisen, 1885, S. 121) nnt Réaumur in seinem 1722 erschienenen Buch über die Umgestaltung des eisens u. s. w. den Flammofen als bekanntes Mittel zum Umschmelzen der sseisens. In Biringocco's, i. J. 1558 erschienener Pirotechnia findet man Bronze zum Schmelzen der Bronze dienende Flammöfen abgebildet, während ehrere Theophilus Presbyter's Schedula diversorum artium, welche etwa

schränkt. Daher bleibt für unabhängigere, ähnlich wirkende Bre ein ziemlich weites Feld. Es gehören hierher: die Weingeist-Lötlar und die mit leicht verdunstenden Kohlenwasserstoffen (Benzin, Petrol spiritus u. s. w.) gespeisten Lötlampen.

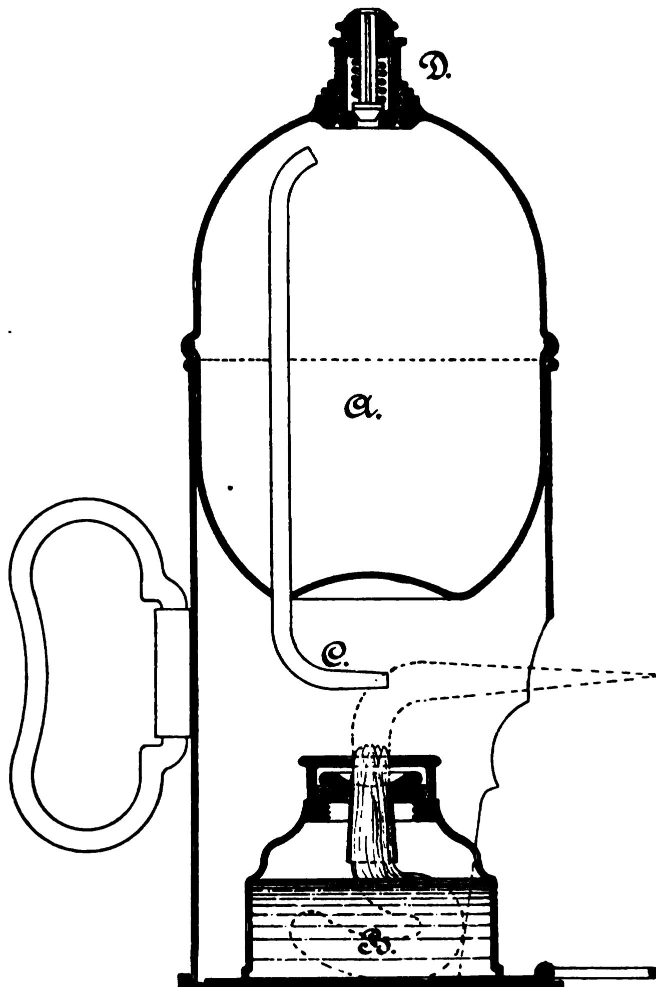


Fig. 108.

Von ersteren stellt Fig. 108 ein Beispiel dar. *A* bezeichnet etwa 10 *cm* hohen kupfernen Kessel, welcher in einem tragbaren blechgestell ruht. Unter demselben ist die Weingeistlampe *B* aufge Der Kessel wird durch die Verschraubung *D* — welche ein mit Schra

der belastetes Sicherheitsventil enthält — mit Weingeist gefüllt. Die ntstehenden Dämpfe strömen mit einiger Heftigkeit aus der etwa 0,8 *mm* eiten, düsenförmigen Öffnung der Röhre *C* in die Weingeistlampe und zeugen hierdurch die lange, zungenförmige Flamme. Die Dochtlampe *B* ist dem Gestell der Lampe, mit einigem Widerstande, damit sie ihren latz nicht zufällig verlässt, verschiebbar und hierdurch die Einwirkung er entwickelten Wärme auf den Dampfkessel regelbar. Bei guter Behandlung gelingt es mittels der zungenförmigen Flamme Messing zu chmelzen. Zwei andere Weingeistlampen findet man in den untenstehenden Quellen beschrieben [1]).

Einrichtungen für Benzin u. s. w. als Brennstoff kommen weiter nten, bei den Lötkolben, noch zur Besprechung.

Man verbindet auch wohl einen tragbaren Wasserstoffgasentwickler mit dem Brenner [2]).

b. Der Flammofen.

Derselbe verdankt sein Dasein dem Bestreben die Wärmeverluste n die umgebende Luft, die bei der freien Flamme im allgemeinen sehr ross sind, zu mindern und gleichzeitig innerhalb grösserer Ausdehnung ne einigermassen gleichmässige Temperatur zu schaffen bezw. zu erhalten. [3])

Das Wesen des Flammofens besteht (vergl. die Durchschnittfigur 109) us der Wärmequelle, einer Feuerstelle *A*, in welcher nach Umständen feste oder gasförmige Brennstoffe verbrannt werden, dem Herde *H* uf welchen das zu Erwärmende bezw. zu Schmelzende gelegt wird, und elcher gemeinsam mit der Feuerstelle von einem Gewölbe berdeckt ist und endlich dem Schornstein, der die Verbrennungsgase bführt und vermöge des geringeren Einheitsgewichtes derselben gegenber der freien Luft sie so emporstreben macht, dass die Luft durch s Feuer, und die Verbrennungsgase über den Herd hinweg nach dem chornstein getrieben wird.

---

1) D. R. P. 16424; D. p. J. 1882, **246**, 406 m. Abb.
D. R. P. 33940; Z. d. V. d. I. 1886, S. 292 m. Abb.

2) D. p. J. 1840, **77**, 33 m. Abb.

3) Über die Geschichte der Flammöfen führe ich das Folgende an. In dem uch: Gründlicher Unterricht von Hüttenwerken, von C. A. Schlüter, Braunhweig 1738 heisst es S. 55: „Der Kupolofen ist eine Art Schmelzofen, welche ar kein Gebläse haben, sondern das Feuer wird durch einen Windfang getrieben, dass dadurch die Erze zum Schmelzen gebracht werden können. Dergleichen Öfen werden überall in England bei dasigen Blei- und Kupfererzen ebraucht und Kupolo genannt. Sie sind ungefähr in anno 1698—1700 von inem Dr. Namens W. Wrigt, von einem Goldschmidt und von noch einem uriosen Mann erfunden".

Aus der beigebenen Zeichnung und deren Beschreibung geht nun hervor, ss dieser Ofen genau gleich ist unserem heutigen Flammofen, oder Reverberien; der oben genannte Name dürfte herrühren von dem über den Herd geannten Gewölbe. Nach Ledebur's Bericht (Stahl u. Eisen, 1885, S. 121) nnt Réaumur in seinem 1722 erschienenen Buch über die Umgestaltung des sseisens u. s. w. den Flammofen als bekanntes Mittel zum Umschmelzen der onze. In Biringocco's, i. J. 1558 erschienener Pirotechnia findet man hrere zum Schmelzen der Bronze dienende Flammöfen abgebildet, während Theophilus Presbyter's Schedula diversorum artium, welche etwa

Fig. 109 ist im besonderen der Längenschnitt eines Flammschmelzofens für Eisen, Kupfer, Bronze u. dergl. Die Feuerstelle *A* bilden ein Rost als Sohle und vier Wände als Einschliessungsflächen; seitwärts befindet sich eine Öffnung, durch welche die Kohle eingeworfen wird. Die eine der Einschliessungsflächen schliesst sich nicht dem Gewölbe an, so

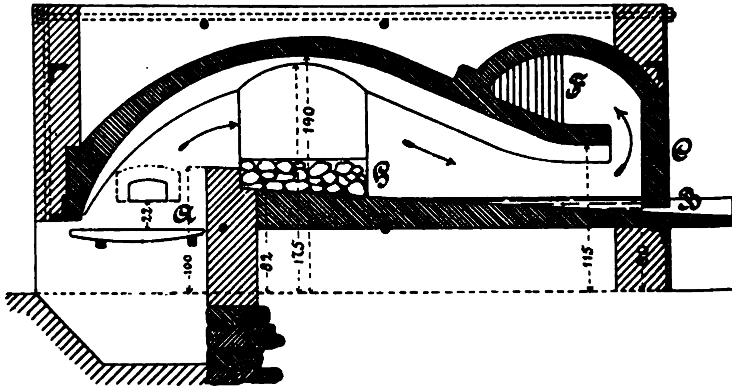


Fig. 109.

dass die Verbrennungsgase über sie (die sogenannte Feuerbrücke) hinweg nach dem Herde *H* gelangen können. In einer der den Herd begrenzenden Seitenwände befindet sich eine vermauerbare Eintragöffnung, durch welche — während der Ofen kalt ist — der Einsatz oder die Ladung (Charge) auf den Herd gebracht wird. Der Herd ist geneigt, um das vom Einsatz Geschmolzene zum Abfliessen nach dem Abstichloch *B*, welches im vorliegenden Falle in der einen Stirnwand des Ofens sich befindet, zu veranlassen. Das geschmolzene Metall sammelt sich vorläufig, da das Abstichloch mittels eines Lehmpfropfens geschlossen ist, und bildet den Sumpf. Die Verbrennungsgase, welche zunächst das Schmelzen herbeiführten, strömen über das geschmolzene Metall, dieses vor Abkühlung schützend hinweg und entweichen durch den Fuchs *F* in den Schornstein.

Behufs Beobachtung der Vorgänge im Innern des Ofens während dessen Betriebes befindet sich über der Abstichöffnung ein Schauloch *C*.

Der Betrieb des Ofens ist ein unterbrochener: Man bringt den Einsatz in den kalten Ofen, schliesst die Eintragöffnung und entzündet nunmehr das Feuer, dessen Wärmeentwicklung zunächst zum Erwärmen des Ofens dient. Erst nach etwa $1\,^1/_2$ stündigem Anwärmen beginnt das Schmelzen, welches noch 3 bis 6 Stunden in Anspruch nimmt. Sobald im Sumpf die für einen Guss nötige Menge flüssigen Metalles sich angesammelt hat, wird der erwähnte Lehmpfropfen mittels eines spitzen

1100 n. Chr. geschrieben wurde (Albert Ilg bearb. dieselbe Wien 1874) noch keine Flammöfen erwähnt werden.

Absticheisens zertrümmert, um jenes herausfliessen zu lassen s eines frischen Lehmpfropfens das Loch wieder geschlossen, Einsatz das Metall zu mehreren Abstichen liefern soll. Nach Abstich muss der Ofen zunächst der Abkühlung überlassen

veites Beispiel aus der Reihe der Flammöfen möge der Blech- Fig. 110 und 111, dienen.

ste Figur stellt denselben im Längenschnitte dar, die zweite ist zur Schnitt durch den Rost, zur Hälfte ein Schnitt durch den Fuchs. sten hervortretenden Gestalts-Abweichungen dieses Ofens gegenüber beschriebenen sind: die Lage des Herdes und der hses. Die erstere ist ohne ständlich. Was die andere liegt auf der Hand, dass der Sohle des Herdes eine emperatur herrschen muss, ittelbarer Nähe des Ge- ich nur zweckmässig sein ieser Stelle die am wenig- n Gase abzuführen statt n, welche höher liegen. bei dem Schmelzofen ahren wenn es möglich

rbeitsöffnung, welche lühofen der Grösse der angemessen und mehr Schmelzofen bequem und legen bezw. zu schliessen ist mit einer senkrecht ren Thür versehen, welche isernen Rahmenwerk und Steinen besteht und deren rch Hebel und Gegenge- glichen ist.

uerung des Schmelzofens ll eine hohe Brennstoff- iehmen können, um nach Schonung des zu schmel- alles eine sauerstoffarme liefern. Letztere Absicht em Glühofen nicht vor, cht allein eine dünnere des Rostes vorgesehen auch durch die hohle frische Luft zugeführt n, welche sich auf ihrem erwärmt und somit zur ler völligen Verbrennung ch ist. Das dient dem organge. Unter dem Rost eine die Sohle des Aschen- lende mit Wasser gefüllte Schale. Das Wasser der letzteren ver- ptsächlich durch die Wärmestrahlung der Roststäbe, dringt mit der Feuer und wird durch die glühende Kohle, welche den Sauerstoff lampfes an sich reisst, zerlegt. Der frei gewordene Wasserstoff ver-

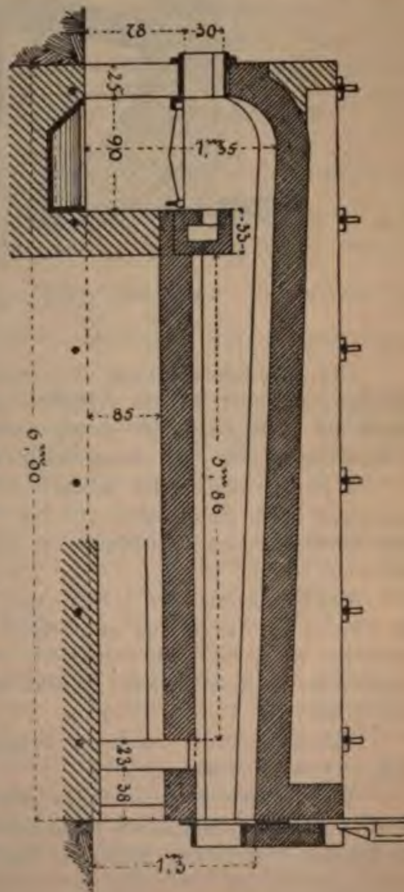


Fig. 110.

brennt, vermöge der durch die Feuerbrücke eingeführten frischen heissen Luft mit langer Flamme, auf dem Wege von der Feuerstelle bis zum Fuchs, was offenbar die Gleichförmigkeit der Temperatur im Ofen sehr begünstigt. Diejenige Wärme, welche zum Verdunsten des Wassers und zu seiner Zerlegung diente, wurde vorher der Feuerstelle entzogen, wodurch deren Temperatur zu gunsten ihrer Dauer herabgemindert wurde, sie wird an derjenigen Stelle wieder frei, an welcher sie Nutzen bringt. Aus gleichem Grunde verwendet man für die vorliegenden Öfen nur langflammige Kohle.

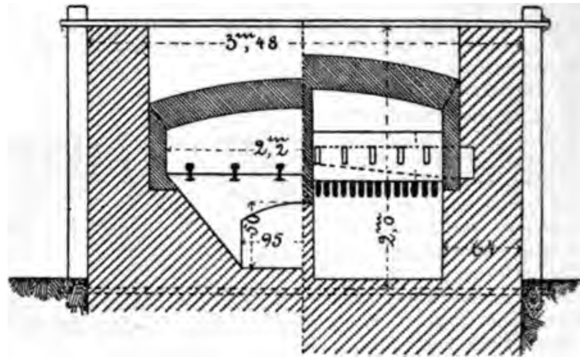


Fig. 111.

Die Wärmeausnutzung der beschriebenen Flammöfen ist eine sehr geringe, worüber nähere Angaben nachfolgen werden. Es kann daher nicht die Rede von einer genau rechnerischen Bestimmung der einzelnen Abmessungen sein. An deren Stelle mögen einige Verhältniszahlen treten.

1 *qm* Herdfläche der Flammschmelzöfen vermag in jeder Stunde der eigentlichen Schmelzzeit 100 bis 700 *kg* geschmolzenes Eisen zu liefern; das Verhältnis der Rostfläche zur Herdfläche wählt man zwischen 1 : 4 bis 1 : 3,5.

Die Herdgrösse der Glüh- und Schweissöfen, d. h. solcher Öfen, in welchen das Eisen bis zur Rotglut bezw. zur Schweisshitze (s. w. u.) erwärmt wird, ist nach der Grösse der Arbeitsstücke zu bemessen. Das Verhältnis der Rostfläche zur Herdfläche ist bei Schweissöfen 1 : 4 bis 1 : 2, bei Glühöfen 1 : 6,5 bis 1 : 4.

Einige andere Formen der Flammöfen findet man in unten verzeichneten Quellen beschrieben[1]).

Wegen der bereits hervorgehobenen geringen Wärmeausnutzung werden die gewöhnlichen Flammöfen zum Schmelzen nur noch selten verwendet. Bei den Schweiss- und Glühöfen hat man durch manche

---

[1]) Glühöfen: Engineering, Febr. 1868, S. 126 m. Abb.; Nov. 1879, S. 358 m. Abb.; D. p. J. 1879, **231**, 426 m. Abb.; 1880, **237**, 385 m. Abb.; 1885, **257**, 244 m. Abb.; 1886, **260**, 273 m. Abb.
Für Erdölheizung: D. p. J. 1882, **246**, 143.
Casseler Ziegelofen: Zeitschr. f. Bauwesen V, S. 5 m. Abb.

den grossen Wärmeverlust weniger empfindlich zu machen.

Die Temperatur des den Herdraum verlassenden Rauches muss selbstverständlich höher sein, als diejenige des erwärmten Werkstückes. Beispielsweise sei letztere 1100°, so wird die Temperatur des abziehenden Rauches, um noch eine nennenswerte Wirkung zu erzielen, wenigstens 100° höher also 1200° betragen müssen. In einer gut geleiteten Feuerung der vorliegenden Art dürfte die Temperatur im Mittel nicht mehr als 1400°, vielleicht 1500° betragen. Es ist daher nur die Temperaturabnahme des Rauches von 1400°, nach Umständen 1500° bis 1200° nutzbar zu machen, während zur Erzeugung des nötigen Zuges im Schornstein 200° völlig genügen. Man verwertet daher 200 bis 300 Teile, während 1200 — 200 = 1000 Teile nutzlos, ja Schaden anrichtend in den Schornstein geschickt werden. Es sei beiläufig bemerkt, dass jene $\frac{200}{1400}$ oder $\frac{1}{7}$ bezw. $\frac{300}{1500}$ oder $\frac{1}{5}$ der entwickelten Wärme keineswegs völlig in die zu erwärmenden Gegenstände übergeführt werden, sondern zum grösseren Teile — z. B. durch die Wände Ofens — verloren gehen. Immerhin ist es Gewinn, wenn es gelingt die $\frac{1000}{1400 \text{ bis } 1500}$ oder mindestens $\frac{2}{3}$, welche unnötigerweise in den Schornstein gesandt werden, zu irgend einem Zweck nutzbar zu machen.

Das wird angestrebt durch Einführung des Rauchs in die Kanäle eines Dampfkessels oder durch Anordnung eines Glüh- bezw. Vorwärmeofens unter einem Schweiss- bezw. Glühofen, so dass die im abziehenden Rauch des oberen Ofens enthaltene Wärme zunächst für den unteren Ofen zu gute gemacht wird.[1])

Für regelmässigen Betrieb dürften die Rollöfen sehr zweckmässig sein, das sind Flammöfen, deren langer Herd von der Feuerbrücke nach dem Fuchs zu um etwa 10° steigt. Man bringt die zu erwärmenden Eisenblöcke am oberen Ende des Herdes in den Ofen und rollt sie von Zeit zu Zeit dem Feuer näher und zwar in dem Masse, als genügend erwärmte Stücke durch eine Thüröffnung, welche der Feuerbrücke nahe liegt, herausgenommen werden. Diese Gegenstrom-Flammöfen sind nahe verwandt mit den Fortschaufelungsöfen der Zink- und Bleihütten, manchen Glas-Kühlöfen, den Ringöfen[2]) der Ziegeleien u. dergl. Die Neigung des Herdes soll das Fortwälzen der Eisenblöcke erleichtern.

Auch Treek & Teichmann's Drahtglühofen[3]) gehört hierher. Ein wagrechter Kanal ist in der Mitte seiner Länge mit Feuerungen versehen, deren Rauchgase durch die eine Hälfte des Kanales zum Schornstein strömen. Die zu glühenden Drahtringe liegen auf Wagen und

---

1) Polyt. Centralbl. 1858, S. 1398 m. Abb.
2) Hofmann, Z. d. V. d. I. 1859, Heft 10 u. 11; 1860, S. 171 m. Abb.
3) D. R. P. No. 24299, D. p. J. 1884, 254, 331 m. Abb.

werden mittels dieser den Rauchgasen, ruckweise, entgegengeführt, dass sie bei Ankunft neben den Feuerstellen die gewünschte Temper erlangt haben. Zu ihrer Abkühlung werden die Drahtringe in die zw Hälfte des Kanales und durch diese geschoben, wobei sie der brennungsluft der Feuer begegnen, diese so auf einen hohen Grad wärmend.

Ähnlich wirken Borie's[1]) und Bock's[2]) Kanalöfen.

Man benutzt ferner die Wärme des abziehenden Rauches zum wärmen der Verbrennungsluft und endlich sowohl zu diesem Zweck auch zum Vorwärmen des Brennstoffes, der allerdings dann gasföı sein muss.

Durch letzteres Verfahren namentlich sind die Flammöfen zı

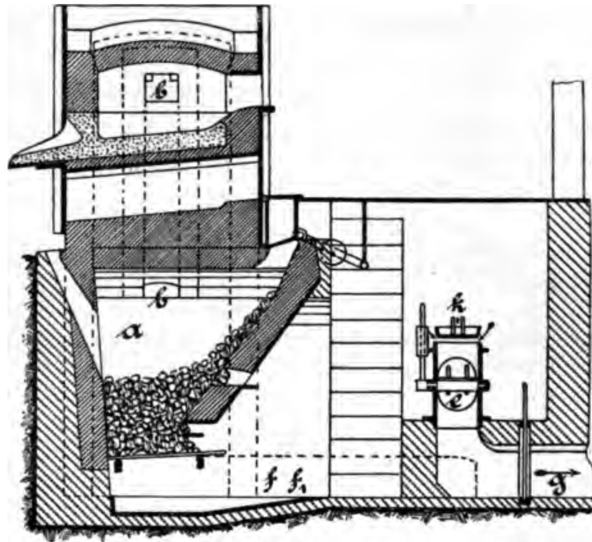


Fig. 112.

sparsam wirkenden Einrichtungen geworden, dass man sie, in Rückı auf ihre sonstigen guten Eigenschaften als Gasflammöfen aucl grösserer Zahl zum Schmelzen der Metalle, des Glases u. s. w. verweı

Hinsichtlich der mannigfachen Formen und Einrichtungen verv ich auf die unten verzeichneten Quellen, erwähne aber noch, dass das, bei beschränkter Luftzufuhr in hoher Kohlenschicht gewonnene dessen wirksamer Teil aus Kohlenoxydgas besteht (sogen. Generatorg oder auch das sogenannte Wassergas, welches entsteht, wenn Wa dampf über glühende Kohle geleitet wird, und aus Kohlenoxydgas

[1]) Z. d. V. d. I. 1860, S. 56 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1875, **216**, 200 m. Abb.
1876, **221**, 520 m. Abb.

Wasserstoff zusammengesetzt ist, zuweilen mit derjenigen Temperatur in den Ofen treten lässt, welche es bei seiner Bildung annahm, zuweilen aber in längerem Kanal zum Ofen führt und alsdann eine Vorwärmung desselben stattfinden lässt [1]).

Man hat die Erwärmung der Luft erreicht, indem man sie durch Kanäle oder Röhren führte, welche von aussen durch den abziehenden Rauch des Ofens bespült werden [2]), allein dem Verfahren ist vorzuwerfen, dass die betreffenden Kanäle nur schwer genügend dicht erhalten werden können. Erfolgreicher ist der von F. Siemens 1857 zuerst für Ofenfeuerungen angewendete Wärmespeicher (Regenerator), welcher thatsächlich eine sehr weite Verbreitung gefunden hat. Derselbe besteht aus in einer Kammer so aufgeschichteten, genügend widerstandsfähigen

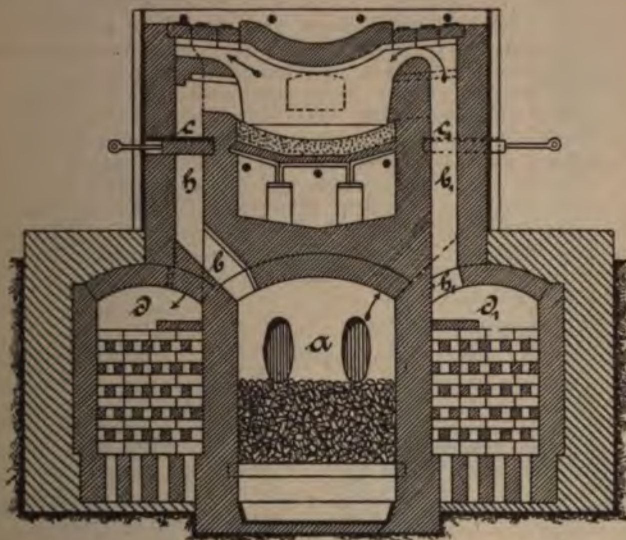


Fig. 113.

Steinen, dass sie zeitweise von dem abströmenden Rauch, zeitweise von der Verbrennungsluft oder nach Umständen dem gasförmigen Brennstoff bespült werden. Während des ersten Zeitabschnittes geht die Wärme des Rauches an die Steine, während des anderen von den Steinen an die Luft oder den gasförmigen Brennstoff über. Die Steine werden dort am heissesten, wo der Rauch eintritt, dagegen am wenigsten warm, wo

---

[1]) D. p. J. 1870, **196**, 223; **197**, 498; 1872, **203**, 14; **204**, 190; 1878, **229**, 413; 1879, **232**, 522; 1881, **239**, 128; 1883, **247**, 80; **248**, 284; **249**, 335; 1884, **253**, 117; 1885, **257**, 154, 241, 369, **258**, 448; sämtlich m. Abb.
Z. d. V. d. I. 1883, S. 253 m. Abb.

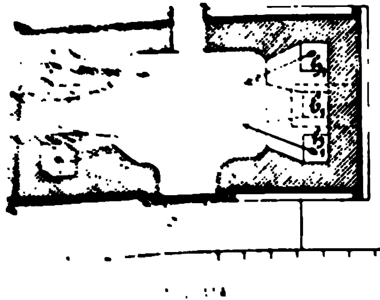
[2]) Ponsard: D. p. J. 1876, **219**, 125 m. Abb.
Sweet: D. p. J. 1876, **222**, 150 m. Abb.
Lilienberg: Z. d. V. d. I. 1885, S. 592, m. Abb.

nun die zu erwärmende Luft
. so dass selbst die weniger wa
, während die sehr heissen di
hierdurch eine ziemlich weitge

Stahles bestimmter Gasflammofen
113 u. 114 im beziehungsweise Lä
diem Raum *a* wird Steinkohle in
verbrannt; die entstehenden Gase
Kanal *b* oder den ähnlich belegenen *b*,
Herdes in den Ofen; Schieber *c* bezw.
bezw. anderen Kanales. Ist z. B. *b* abge
gelangt, so tritt durch einen Kanal *f*
Kammer *d*,, erwärmt sich an den dort
die beiden Schloten *h*, bis unter die
Strom über dem Gase in den Ofen g
findet. Die Verbrennungserzeugnisse entw
Seite in die Schlote *h*, erwärmen die in *d*
durch den Kanal *f*, die Wechselklappe
Schornstein. Die Wechselklappe *e* ist so einger
die durch *k* eintretende frische Luft dem K
Kanal *g*, oder die Luft dem Kanal *f* und den
Beschickungs- und die Abstichstelle sind in Fi
Unter dem Herde befindet sich ein an zwei
verhüten, dass bei einem etwaigen Bruch der Her
den Gasentwickler *a* gelangt. Ein Ofen, welc
Stahl zu schmelzen im stande ist, soll in 5

öfen.

zu Erwärmende bezw. zu Schmelzende mi
schichten, um so die durch die Verbrennun
wonnene Wärme wie hohe T
ratur am unmittelbarsten a
Werkstücke wirken zu lasse
sehr alt, ebenso die auf Grun
selben gebauten Öfen [2]).



Für das Umschmelzen des
welches jetzt vorwiegend mitt
Schachtofens (auch Kupolof
nannt) stattfindet, ist dersel
doch anscheinend zu End
18. Jahrhunderts in Gebrau
kommen; Ledebur nimmt
dass der erste feststehende
des Eisens dienende Schachtofen 1790 von dem Eng
ausgeführt worden ist.
der Bauarten dieser Öfen, welche z. Z. nicht mehr ange

P. 23526; Z. d. V. d. I. 1884, S. 36 m. Abb.
L. Beck, Geschichte des Eisens, Braunschweig 1884.
u. Eisen, 1885, S. 121.

rweise ich auf die unten verzeichneten Quellen[1]), um den ver-
laum für die
der Gegen-
zu halten.
en derselben
zunächst den
iel-Ofen,
uf dem Grund-
eine, meistens
ech gefertigte
B errichtet,
: feuerfestem
C ausgefüt-
mittels einer
n Eisenplatte
st und einen
erlängerungs-
trägt. Über
t befindet sich
ozug *E*. Die
Schachtes ist
Abstichloch
stichrinne *F*
um das Ab-
Geschmolze-
ern. Die Ab-
st mit einer
t verbunden,
Verschluss der
ung dient. In
ie über der
befinden sich
igen, Düsen,
wand, welche
gemeinsamen
. *H* aus mit
uft versorgt
n füllt, nach-
uf die Sohle
i wenig leicht
n Brennstoff
den Schacht
s $^2/_3$ seiner

Fig. 115.

ge Quelle.
mann, Eisengiesserei, Weimar 1863.
e, Eisengiesserei, Leipzig 1870 bis 1875.
htl, techn. Encyklop. 1824, Bd. 5, S. 70 ff.

Höhe oder höher mit Koke, seltener mit Holzkohle, entzündet das Feuer vom Abstichloch aus und lässt dasselbe sich vermöge der durch das Abstichloch eingesaugten Luft allmählich so entwickeln, dass eine genügende *Anwärmung* des Ofens eintritt. Alsdann wird das Gebläse in Betrieb gesetzt, um eine lebhafte Anfachung des Feuers herbeizuführen. Nunmehr trägt man von dem *Gichtboden* T aus die *Gichten* ein, welche abwechselnd aus Eisen und Brennstoff (Koke oder Holzkohle) bestehen, und zwar in dem Masse, wie das *Niedergehen* der Gichten stattfindet. Nach einiger Zeit zeigt sich flüssiges Eisen im Abstichloch, worauf dieses mit einem Lehmpfropfen geschlossen wird. Es sammelt sich mehr und mehr das flüssige Eisen und über ihm die, durch Verbindung des am Einsatz befindlich gewesenen Rostes und Sandes, sowie der Aschenbestandteile des Brennstoffes und etwaiger Zuschläge gebildete Schlacke. Der feste Inhalt des Ofens stützt sich entweder auf die Ofensohle, oder schwimmt in dem geschmolzenen, nimmt jedenfalls einen beträchtlichen Teil des unteren Ofenraumes für sich in Anspruch, so dass, wenn wegen der Grösse der Gussstücke eine erhebliche Menge flüssigen Eisens in dem Ofen angesammelt werden soll, die Düsen hoch liegen müssen, um zu verhüten, dass die oben schwimmende Schlacke in dieselben gelangt, dort erstarrt und die Düsen verstopft.

Mit dem Abfluss des Eisens und der Schlacke sinkt der Inhalt des Ofens und zwar ruckweise, wodurch nicht allein dem ungeschmolzenen Eisen Gelegenheit geboten wird der leichteren Koke vorzueilen, sonach die unteren Schichten kokeärmer zu machen, sondern auch solche Schichten vor die Düsen kommen, welche nur in dem Fall genügend vorgewärmt sind, dass bisher mehr Wärme entwickelt wurde als eigentlich nötig gewesen wäre. Daraus ist zu entnehmen, dass der Kokeverbrauch ein um so grösserer, der Ofenbetrieb ein um so unsicherer ist, je grösser die Mengen flüssigen Eisens sind, die man in dem Ofen ansammelt. Im besondern hat die hohe Düsenlage noch folgenden Mangel: die eingeblasene Luft strebt naturgemäss nach oben, weil dort der einzige Ausweg für sie ist, sonach wird die Koke, welche unterhalb der Düsenreihe sich befindet, ungenügend mit Luft versorgt. Sie erfüllt in erster Linie nur das Amt eines Trägers der über ihr befindlichen Beschickung.

Die Verbrennungsgase erwärmen bei ihrem Emporsteigen zur Gicht allmählich die über den Düsen befindliche Beschickung; vor, bezw. nahe über den Düsen herrscht (in der *Schmelzzone*) die grösste Hitze, welche in jeder höheren Schicht geringer und an der Gicht am geringsten ist. Oberhalb der Schmelzzone befindet sich demnach eine Schicht, in welcher die Koke — wegen Luftmangels — nicht mehr brennt, aber so heiss ist, dass sie die weiter unten gebildete Kohlensäure zu Kohlenoxydgas umzubilden vermag. Dadurch geht Wärme verloren; das oben ausströmende Kohlenoxydgas verbrennt zwar wieder zu Kohlensäure, allein die hierbei frei werdende Wärme ist kaum benutzbar[1]).

[1]) Wilson hat vorgeschlagen (Bayer. Ind. u. Gewerbebl. 1882, S. 265 m. Abb.) dieselbe zur Vorwärmung der Gebläseluft zu verwenden. Bramall (D. p. J. 1885, 257, 243) strebt dasselbe an, unter Benutzung der Wärmespeicher.

Das in dem Ofen befindliche Eisen nimmt verhältnismässig rasch Wärme auf, kühlt also den Rauch und beschränkt hierdurch die hlenoxydgasbildung. Ebenso ist die Verwendung der dichteren Koke vorliegenden Sinne nützlicher als diejenige der lockeren Holzkohle, il erstere den Gasen eine geringere Einwirkungsfläche darbietet als tztere.

Übrigens ist die Kohlenoxydgasumgebung für das Eisen schonender s eine solche von Kohlensäure, so dass für gewisse Fälle hierdurch eine tschädigung für den grösseren Brennstoffverbrauch geboten wird.

Nach Beendigung des Schmelzens wird die Thür *G* beseitigt, um ttels eiserner Haken den Restinhalt des Ofens — Schlacke, unver-annte Koke — zu entfernen. Es muss diese Arbeit vorgenommen erden während die Schlacke noch flüssig ist, weil die letztere im kalten stande nur mit Gefahr für die Ausfütterung des Ofens von dieser ab-löst werden kann. Die Arbeit ist deshalb, der grossen Hitze halber, chst belästigend für den betr. Arbeiter.

Nachdem so die bedeutsamsten Schwächen des Ofens hervorgehoben, mag ch auf einige Einzelheiten aufmerksam gemacht werden.

Gegenüber jeder Düse befindet sich in der Aussenwand des ringförmigen ftkanales ein zu öffnendes Fensterchen. Dasselbe gestattet, vermöge eines eistens blau gefärbten) Glases oder eines Glimmerblättchens durch die Düsen-fnung in den Ofen zu sehen, sich davon zu überzeugen, ob die Düsenöffnung i ist oder nicht. Im letzteren Falle öffnet man das Fensterchen und beseitigt ttels einer Stange die Verengung des Windweges.

In manchen Fällen empfiehlt sich, die Reinigungsthür *G* nicht an diejenige ite zu legen, an welcher das Abstichloch, bezw. die Ausflussrinne *F* sich be-det.

Je grösser der Abstand zwischen dem Gichtboden *J* und dem unteren nde der Einwurföffnung ist, um so unbequemer ist das Eintragen des Eisens d der Koke. Dieser Umstand hat dazu geführt, dass der erwähnte untere nd der Einwurföffnung mit dem Gichtboden in gleiche Höhe gelegt worden was sehr getadelt werden muss, weil hierdurch der betreffende Arbeiter in Gefahr kommt, infolge eines Ausgleitens in den Ofen zu fallen. Man sollte her die Einwurföffnung mindestens 45 *cm* über den Gichtboden legen.

In dem oberen Teil des Ofens herrscht eine verhältnismässig niedrige mperatur, weshalb hier ein gegen die unvermeidlichen Stösse der einfallen-Eisenstücke widerstandsfähiger Stoff, als feuerfeste Steine es sind, verwendet rden darf; man findet den oberen Ofenteil nicht selten mit Gusseisenblöcken gefüttert.

Zuweilen wird der Schornstein *E* auf den Ofenschacht gestützt; dass ist zweckmässig, indem der Ofen seine Höhe mit der in ihm herrschenden Tem-atur ändert, so dass die an den Schornstein sich anschliessenden Teile des äudes, insbesondere das Dach in ihrer Standhaftigkeit geschädigt werden. chtiger ist, den Schornstein unabhängig von dem Ofenschacht zu stützen, um mehr als hierdurch die Möglichkeit gewährt wird den Ofen behufs einer um-greicheren Ausbesserung, unbekümmert um den Schornstein fortzunehmen. Ofensohle, wie die Sohle der Abstichrinne sind mit fettem Sand ausgestampft.

Voisin's Schachtofen[1]) stimmt im wesentlichen mit dem Schmahel-fen überein. Ireland[2]) hat, seit 1858 zwei übereinander liegende

[1]) Armengand, Publ. industr., Bd. 22, S. 185 m. Abb.
[2]) The prakt. mech. Journ. 1866/67, Bd. 2, S. 227 m. Abb.
Z. d. V. d. I. 1869, S. 273 m. Abb.; D. p. J. 1869, **193**, 299 m. Abb.

Düsenreihen angewendet, von denen die obere von dem Windz gesperrt werden kann. Sie soll anscheinend zur Verbrennung der unteren Düsenreihe gebildeten Kohlenoxyds dienen. Derse ferner den Ofen in der Höhe der Düsenreihen nur etwa hal als in dem darüber liegenden Teil, während die Weite des O den Düsen zwischen den beiden vorerwähnten Weiten liegt. förmigen Wind-Kanäle können deshalb innerhalb des Ofenman bracht werden. Ein Vorteil dieses Ofens gegenüber dem Ofen scheint darin zu liegen, dass in der Einschnürung, in Düsen eine verhältnismässig sehr hohe Temperatur entsteht, die z Schmelzen führt. D teil wird erkauft c Mangel, dass der ke Übergang aus der oberen in die gerin lere Weite starker A unterworfen ist.

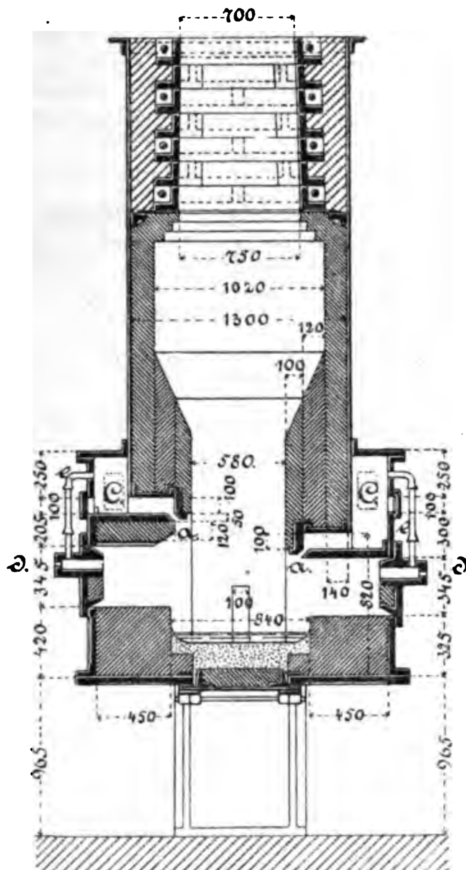


Fig. 116.

Die weiten D schnitte erleichtern blasenen Luft sic mässig im Ofenquer verteilen.

Auf den mögli teil der Kohleno brennung komme i unten zurück.

1864 baute H zuerst einen Ofen, be nur zwei Düsen a waren, welche den der Richtung nach treten liessen. Durc Verfahren soll der dem im untersten Ofens befindlichen zugeführt werden.

Die breiten, migen Düsen sind nicht als weit zu b durch sie soll der einiger Geschwindi treten, damit er untersten Stellen aufsucht. Während dieses nach unten stechenden Weges Wind aber allmählich der Ofenmitte zugeführt, die wagerechte der Luft ist eine langsame, so dass die Luft gewissermassen Kokestücke gleichmässig und vollständig umschliesst, jedenfalls

hmässigere Verbrennung herbeiführt, als die mit grosser Heftigkeit agerechter Richtung austretenden Windstrahlen anderer Öfen.

Ausserdem ist der klappenförmige Boden hervorzuheben, welcher Entleerung des Ofens nach stattgehabter Benutzung wesentlich ertert.

Fig. 117.

Fig. 116, 117 u. 118 zeigen den Krigar-Ofen in seiner heutigen lt, und zwar in zwei senkrechten und einem wagerechten Schnitt. orliegende Ofen schmilzt, bei etwa 60 *cm* Wassersäule Windpressung, lich 2000 *kg* Eisen.

Als wesentlich sind die schlitzförmigen 3 *cm* weiten und 40 *cm* n Düsen *a*, welche, wie aus Fig. 116 zu ersehen, unter etwa 40° die Lotlinie nach unten stechen, ferner der Sammelraum für flüssiges *A*, Fig. 117 u. 118, in welchen das Eisen sofort abfliesst, sobald

dasselbe flüssig auf die Sohle des Ofens gelangt ist. Das Eisen stat nun in dem Sammelraum A auf; infolge des Abstechens findet somi plötzliches Herabstürzen des Ofeninhaltes statt, auch bleibt das Eise so lange mit dem Brennstoff in Berührung, als für das Schmelze wendig ist, und d auf die Sohle des herabsinkende Koke ebensowohl mit Luf sorgt, wie die i Schmelzzone befind Endlich mache ich deutsam auf die Ei tung aufmerksam, welcher nur der Vorre Fig. 117 zu drehen is die Klappe, welche die sohle trägt, zum N fallen zu veranlassen bei die Ofensohle durchbricht und dem Inhalt des Ofens gestattet auf die Hüttensohle oder einen untergestellten Wagen nieder zu :

Fig. 118.

Von bemerkenswerten Einzelheiten hebe ich folgende heraus. Das Schachtende ist mit Eisenfütterung versehen. Die Windröhre B (Fig. 11 schliesst den Ofen gabelförmig, um die beiden Windkammern C (Fig. 1 versorgen. Unter den Windkammern befinden sich zwei Thüren, in denen löcher d Fig. 116 für die Beobachtung des Ofeninnern sich befinden. U dem Auge lästige, hier sonst unvermeidliche hohe Temperatur der Schauf chen d zu mindern, wird mittels Ansatzröhrchen und den Gummischlauc die Schaulöcher kalter Wind geleitet. Gleiches ist vorgesehen hinsichtli Schaufensterchen f, welches sich in der Thür des Eisenbehälters A, Fi befindet. Zwischen dem Ofen und dem Eisenbehälter bildet ein nur sch Spalt die Verbindung, um zu verhüten, dass grössere Brennstoffstücke in langen. In den Seitenwänden des Eisenbehälters A sind zwei Löcher g bracht, welche mit Lehmpfropfen verschlossen sind und nach Zertrümn der letzteren der auf dem Eisen schwimmenden Schlacke Abfluss gew Die Abstichrinne h, Fig. 117 u. 118 ist gerade so angeordnet wie bei Schachtschmelzöfen.

Die eingeschriebenen Zahlen bedeuten *mm*.

Weite Düsen oder Windöffnungen sind jetzt vielfach gebräu das Hinabblasen in den unteren Teil des Ofens findet man bei ma neueren Öfen[1]), ebenso sind der Sammelraum für flüssiges Eisen u Bodenklappe zur raschen, bequemen Entleerung des Ofens für Öfen eingeführt.

Mac Kensie wandte[2]) eine schlitzförmige Düse an, welche ri lief und überdem so gestaltet war, dass der Wind nach unten gew wurde. Mac Kensie's Ofen ist auch schon mit der Bodenklappe vers derselbe scheint aber wenig Anwendung gefunden zu haben, viel

[1]) Hamélius, D. R. P. No. 10848 (Sept. 1880).
Gordon, N. A. P. No. 308665. D. p. J. 1885, **257**, 243.

[2]) The prakt. mech. Journ. 1866/67, S. 258 m. Abb.

gen der geringen Dauerhaftigkeit der für die Schlitzdüse gewählten uart.

Fauler's Ofen [1]) sucht diesen Übelstand zu vermeiden; auch ist r Schacht aus einzelnen abhebbaren Ringen gebildet, so dass Aus- sserungen wesentlich erleichtert sind.

Ibrügger's [2]) Schachtschmelzofen weicht in seiner Bauart wesent- h von dem bis dahin Gebräuchlichen ab. Ibrügger verwendet zwei isenringe; der untere derselben befindet sich in mässiger Höhe über r Ofensohle, der obere ungefähr in der Mitte der ganzen Ofenhöhe. ese Anordnung soll den Zweck haben das entstehende Kohlenoxydgas Kohlensäure zu verbrennen. Es darf die Frage aufgeworfen werden, nicht durch die hierdurch im oberen Teil des Ofens entstehende hohe mperatur Veranlassung zu neuer Kohlenoxydgasbildung gegeben, oder r — bei unvorsichtiger Bedienung — ein teilweises Schmelzen des ens herbeigeführt wird. Auffallender ist die Anordnung des Sammel- ımes für das geschmolzene Eisen unterhalb der Ofensohle und die, nigstens teilweise Absaugung der Verbrennungsgase durch diesen mmelraum.

Der erwähnte Ort des Sammelraumes ist hinsichtlich des Eisenabflusses ht günstig, macht aber die oben hervorgehobene Bodenklappe, beziehungs- ise das zugehörige bequeme Entleeren des Ofens unmöglich. Die Rauchab- gung nach unten bezweckt hauptsächlich, in der Nähe des Eisenbades, d. h. geschmolzenen Eisens liegende Schmiedeeisen- bezw. Stahlabfälle stark vor- men um sie demnächst dem Gusseisen zusetzen zu können, so dass ein ılenstoffarmes, zähes Eisen entsteht. Allerdings bedingt dieses Verfahren, s der Rauch mit sehr hoher Temperatur abzieht, also — wenn für die Wärme Rauches keine geeignete Verwendung vorliegt — erhebliche Wärmeverluste reten. Das Gewölbe zwischen dem Sammelraum des Eisens und der Ofen- le dürfte wegen der hohen Temperatur und der, letztere netzenden Schlacke fige Ausbesserung erfordern. Übrigens wird der Ofen für die erwähnte wendung (Zumischung der Schmiedeisen- oder Stahlabfälle zum Gusseisen) r gelobt.

Ein neueres Patent H. Krigar's [3]) strebt ähnliches an; die Er- rung des Sammelraumes soll jedoch mittels der abgefangenen Gicht- e stattfinden.

Stewart's Schachtofen [4]) ist mit drei übereinander befindlichen sen versehen und Greiner & Erpff [5]) wollen die Kohlenoxydgasver- ennung gründlich dadurch besorgen, dass ausser den Düsen des eigent- ıen Schmelzgebiets höher liegende bis nahe an den oberen Rand des ens verteilt sind.

---

[1]) D. R. P. No. 12563.
[2]) D. R. P. No. 9713, 10830.
Pr. Masch. Constr. 1882, S. 205 m. Abb.
D. p. J. 1882, **245**, 14 m. Abb., 1885, **258**, 443 m. Abb.
[3]) D. R. P. No. 29584, D. p. J. 1885, **255**, 424 m. Abb.
[4]) D. p. J. 1884, **251**, 411 m. Abb.
The Engineer, Aug. 84, S. 157 u. 165 m. Abb.
[5]) D. R. P. No. 33212.
D. p. J. 1886, **259**, 366 m. Abb.
Z. d. V. d. I. 1886, S. 35 m. Abb. u. S. 704.

Es sei endlich bei dieser Gelegenheit noch eines Patents H. Krigar's[1] gedacht, nach welchem der Brennstoff wie das Schmelzgut je einen be sonderen Schacht angewiesen erhält und beide nur im Schmelzraume mit einander in Berührung treten. Die Rauchgase entweichen durch de Schacht, in welchem das Schmelzgut sich befindet, um dieses vorzuwärmen etwa sich bildendes Kohlenoxyd muss durch das Schmelzgebiet, um al strömen zu können, und dürfte hier sicher zu Kohlensäure verbrann werden.

Das Verfahren, die Luftzufuhr des Schachtofens statt durch eine Bläser mittels Absaugens der Rauchgase zu bewirken, ist etwa so alt wie die Schachtöfen selbst.

Seit etwa 1860 hat Woodward[2]) dieses Verfahren in England wieder in Aufnahme gebracht, in der Weise, dass das Absaugen nicht durch einen Schornstein, sondern durch einen Dampfstrahl bewirkt wird und Herbertz[3]) ist bestrebt, demselben in Deutschland Geltung zu verschaffen. Auch H. Krigar hat Patente für Schachtöfen mit Absaugung genommen.[4])

Es ist nicht zu verstehen wie — was behauptet wird — eine Brennstoffersparnis mit diesem Ersatz des Bläsers gewonnen werden soll. In den Einzelheiten können jedoch Vorteile wie Nachteile der beiden, einander gegenüberstehenden Verfahren erkannt werden. Zweifellos sind die Düsen zugänglicher, wenn die Luft durch sie eingesaugt, als wenn sie eingedrückt wird. Luft der gewöhnlichen Aussentemperatur lässt sich dagegen mit jedem guten Bläser behandeln, während die oft sehr heissen Rauchgase (anscheinend) nur durch Dampfstrahlen bewegt werden können. Die Abwägung der genannten und anderer, weniger grossen Vorteile bezw. Nachteile wird nur auf Grund längerer Erfahrung richtig zu vollziehen sein.

Endlich nenne ich noch den Schachtofen Gmelin's.[5]) Derselbe ist aus zwei ineinander gesteckten Blechtrommeln gebildet, durch deren etwa 10 *cm* weiten Spielraum ringförmigen Querschnittes Kühlwasser geleitet wird. Die Innenwand der inneren Trommel ist mit einem 3 bis 5 *cm* dickem Überzug aus feuerfestem Thon überzogen.

Als Vorteile dieses Ofens will Gmelin folgendes angesehen wissen: die Ausbesserung des Ofenschachtes soll leichter sein als diejenige des gemauerten, der Ofen ist dichter, weniger Dehnungen unterworfen und weniger durch Wärmeausstrahlung belästigend als der gemauerte Ofen. Der Brennstoffverbrauch unterscheidet sich nicht von demjenigen anderer Öfen.

Die Gmelin'sche Auffassung überrascht im ersten Anhieb: man ist

---

1) D. R. P. No. 15919 (März 1881).
2) Z. d. V. d. I. 1884, S. 648.
3) D. R. P. No. 26777; D. p. J. 1884, **252**, 527; 1885, **255**, 423 m. Abb. Z. d. V. d. I. 1884, S. 648, 714; 1886, S. 678.
4) D. R. P. No. 29584; Z. d. V. d. I. 1885, S. 78 m. Abb. D. R. P. No. 32124; D. p. J. 1885, **258**, 443 m. Abb.
5) D. R. P. No. 22859, Pr. Masch. Constr. 1883, S. 333 m. Abb.

rwöhnt besonderen Wert auf die Minderung des Wärmeverlustes durch e Ofenwandungen zu legen und fügt sich deshalb nur schwer in den edanken, dass eine Förderung dieses Wärmeverlustes — als solche muss an wohl die Wasserkühlung ansehen — zweckmässig sein könnte. Inssen ist nicht zu verkennen, dass die Erhaltung des Ofens, wenn derlbe in älterer Art, mit dickeren Wänden ausgestattet ist, erhebliche osten verursacht und — wenn, wie gebräuchlich, der Betrieb des Ofens desmal nur wenige Stunden währt, also die für die Durchwärmung der Vände erforderliche Wärme auf diese kurze Zeit zu verteilen ist — die rössere Wandstärke nur geringen Nutzen gewährt, unter Umständen ie Gmelin'sche Anordnung den Vorzug verdienen wird.

Nach Darstellung der verschiedenen z. Z. gebräuchlichen oder doch in Vorschlag gebrachten Ofenarten mögen zunächst Verhältniszahlen für die Abmessungen derselben folgen. Im allgemeinen kommen Schachtöfen, welche eine grössere stündliche Leistungsfähigkeit als 10 *t* haben, nicht vor; die meisten Öfen schmelzen stündlich nur etwa 2 bis 3 *t* Eisen. Jede Schmelzzeit währt von 1 bis 5 Stunden, jedoch wird ausnahmsweise auch 10 bis 12 Stunden ohne Unterbrechung geschmolzen. Wenn der Ofen täglich benutzt wird, soll ein zweiter Ofen vorhanden sein, welcher den ersteren ersetzen muss, während er ausgebessert wird.

Man rechnet für 1 *t* stündlicher Leistungsfähigkeit 700 bis 1300 *qcm* Ofenquerschnitt, je nach der Güte der Koke und der Stärke des Windes, also i. M. für jedes *kg* stündlich zu schmelzendes Eisen 1 *qcm* Ofenquerschnitt. Der Querschnitt der Düsenöffnungen beträgt 0,08 bis 0,5 des Ofenquerschnittes; im ersteren Falle wird die Windpressung bis 130 *cm* Wassersäule getrieben, während die sehr weiten Düsenöffnungen, namentlich wenn mit Holzkohle gefeuert wird, mit viel geringerer Windpressung — bis herab zu 20 *cm* Wassersäule — arbeiten.

Was die Brennstoffmenge anbetrifft, welche ausser dem Anwärmen gebraucht wird, so wurde in den dreissiger Jahren d. Jahrhunderts auf 00 *kg* bis 400 *kg* Koke oder 700 bis 600 *kg* Holzkohle für 1000 *kg* Eisen gerechnet, während z. Z. tadellose Öfen nur etwa 60 *kg* Brennstoff für 1000 *kg* gebrauchen.

Rechnet man für 1 *kg* Koke (vergl. S. 157) als grösste zu entwickelnde Wärmemenge 7000 W. E., so erhält man für 60 *kg*: 420000 W. E. 1000 *kg* graues Roheisen verlangen aber (vergl. S. 161) 245000 W. E., d. h. die Nutzleistung des Ofens beträgt $\frac{245000 \cdot 100}{420000} = \sim 60\%$, ein Ergebnis, welches angesichts der den Ofenbetrieb begleitenden Schwierigkeiten und des Umstandes, dass man das Eisen nennenswert über seine Schmelztemperatur erwärmen, auch nebensächlich die Schlacke schmelzen muss, gewiss als recht günstig bezeichnet werden kann.

Aus gleichen Gründen sind die Angaben, nach welchen der Brennstoffverbrauch auf 42, ja 40 *kg* für 1000 *kg* Eisen herabgedrückt sein soll (D. p. J. 1886, **259**, 366) mindestens sehr verdächtig.

Der Luftverbrauch ist auf 12 bis 15 *kg* für 1 *kg* Brennstoff, also auf etwa 800 *kg* für 1000 *kg* Eisen in Aussicht zu nehmen.

Die Ofenweite wird selten unter 40 *cm* gewählt; selbst diese macht

die Ausbesserungsarbeiten ausserordentlich beschwerlich; die Gicht soll 2,5 bis 3,5 *m* über dem Schmelzgebiet liegen.

d. Schmiedefeuer.

Dasselbe dient in erster Linie zum Erwärmen des Eisens behufs Schmiedens desselben, und ist nach diesem Zweck benannt, wird aber auch für manche andere Zwecke verwendet. Es besteht im wesentlichen aus einer Mulde, welche Brennstoff aufzunehmen vermag, und einer Vorrichtung, vermöge welcher dieser Vertiefung die zum Nähren des Feuers dienende Luft unter einigem Druck zugeführt werden kann.

Man bezeichnet das Schmiedefeuer auch wohl (fälschlich) als Schmiedeesse, obgleich die Rauch abführende Esse des Schmiedefeuers nur einen unwesentlichen Teil desselben bildet.

Die Einrichtung des Schmiedefeuers dürfte am einfachsten auf Grund der Fig. 119, welche ein senkrechter Schnitt der alten, aber noch jetzt recht häufig gebrauchten Anordnung desselben ist, erörtert werden.

Auf einem etwa 85 *cm* über dem Fussboden sich erhebenden Herde *A* ist eine Mauer *B* errichtet, so dass eine etwa 115 *cm* breite und 120 *cm* lange Herdfläche frei bleibt. Nahe der Wand *B* ist in dem Herd eine Mulde *C* ausgespart, welche die Feuerstelle bildet. Eine Windröhre *E* führt die Luft in die Düse *D*, deren Höhlung sich bis zur 1 *cm* bis 2,5 *cm* weiten Düsenmündung etwas verengt. Das in *C* entzündete Feuer wird nun in leicht ersichtlicher Weise durch die Gebläseluft angefacht und die entstehenden Rauchgase aus dem Feuer verdrängt. Um die betr. Werkstatt, d. i. die Schmiede möglichst rauchfrei zu halten, ist über dem Feuer ein Rauchfang *F* angebracht, unter dessen Beihilfe der Rauch in die Esse oder den Schornstein *G* gelangt. Die Gestalt und Grösse der Feuerstelle richtet sich nach den zu erwärmenden Werkstücken und wird von dem Schmied nach Bedarf geändert, was keine Schwierigkeiten bietet, weil die Wandungen meistens aus Backsteinen und Lehm, die Sohle aus Sand, Kohlenlösche, Hammerschlag u. dergl. gebildet ist.

Die unerwärmte Luft wird mit einiger Gewalt (15 bis 20 *cm* Wassersäule Überdruck in der Windleitung) in das Feuer getrieben, der Windstrom aber durch die Brennstoffstücken zersplittert. Sie wird von dem Feuer erwärmt, ihr Sauerstoff verbindet sich mit der Kohle zu Kohlensäure, welche aber auf ihrem Wege ins Freie nicht selten teilweise in Kohlenoxyd zurückgeführt wird, was an blauer Färbung der den Kohlenhaufen durchbrechenden Flamme erkannt werden kann. In dem Feuer ist sonach teils der Sauerstoff reichlich vertreten, teils im wesentlichen verbrannt, und hier herrscht im allgemeinen die höchste Temperatur, teils endlich nur in seiner Verbindung mit Kohle und zwar in Kohlensäure und Kohlenoxyd vorhanden. Man hat daher, wenn man das Eisen vor dem Verrosten möglichst schützen will, es an die Stelle des Feuers zu bringen, an welcher wenig freier Sauerstoff sich befindet. Von geschickten Schmieden wird hiervon Gebrauch gemacht.

Die Luftmenge, welche dem Feuer stündlich zugeführt wird, schwankt mit der Grösse des Feuers, bezw. der verlangten Wärmeentwicklung zwischen 20 und 180 *kg*.

;rwärmung des Kohlenhanfens pflanzt sich von dem Innern bis zur Oberfläche desselben fort, so dass letztere vermöge der ınden freien Luft zu brennen beginnt. Das hat nicht allein ergeudung, sondern auch erhebliche Belästigung des Schmiedes ılende Wärme zur Folge. Man löscht deshalb das oberfläch-r, indem man mittels des Löschwedels (eines Stroh- oder

Fig. 119.

els an eiserner Stange) Wasser aus dem Löschtrog *H* ent-l auf den Kohlenhaufen spritzt. Backende Steinkohle bildet euer umschliessende Kruste, deren Spalten dem Rauch genügen-hnitt gewähren, welche aber das Eindringen des zum Löschen Wassers in das Feuer erschwert. Man verwendet daher ackende Steinkohle im Schmiedefeuer; Holzkohle nur dann, Werkstück vor den ihm schädlichen Beimengungen der Stein-ıützt werden soll.

Brennstoffverbrauch ist rechnerisch aus dem Wärmebedarf nicht

zu bestimmen, indem ersterer im allgemeinen in noch weit ungünstigerem Verhältnis zu letzterem steht als bei dem Flammofen. Bei stetigem vollen Betriebe verbrennt man in den kleinsten Feuern stündlich bis 2 *kg*, in den grössten bis 16 *kg* Kohle.

Naturgemäss wird diejenige Fläche der Wand *B*, welche zur Stützung des Kohlenhaufens dient, und durch welche die Düse hervorbricht, von dem Feuer stark beeinflusst; man schützt sie deshalb häufig mittels einer eingelegten Gusseisenplatte, die nach Bedarf ausgewechselt wird. Die Düse ist verschiebbar, so dass man sie in dem Mass vorwärts zu schieben im stande ist, wie sie abgenutzt wird.

Diesem Schmiedefeuer haften manche Mängel an.

Zunächst ist die Stelle desselben, innerhalb welcher genügende Erwärmung erfolgt, von kleinem Umfang. Um gestreckte Gegenstände auf grössere Längen zu erwärmen, hat man wohl mehrere engere Düsen nebeneinander gelegt und dadurch eine Reihe ineinander übergehender Feuer gebildet, statt dessen aber auch schlitzartige Düsen angewendet. Ein Feuer zur Erwärmung mittelschweren Winkeleisens erhält z. B. eine Düse, deren Mündung $^1/_2$ *cm* weit und 50 *cm* lang ist.

Als fernerer Fehler ist die Beschränkung der Handhabung des Werkstückes durch die Wand *B* zu nennen. Sie wird gehoben durch Einführung des Windes von unten oder von mehreren Seiten (s. w. u. Rundfeuer).

Die starke Abnutzung der Düsenmündung drängt dazu, entweder Mittel zu ihrer Verminderung, oder Erleichterung der Ausbesserung zu suchen.

In dem Folgenden finden sich die bekannt gewordenen Mittel zur Minderung der erwähnten Übelstände angegeben.

Das einfachste Verfahren, ein freier zugängliches Feuer als das in Fig. 119 dargestellte zu erhalten, besteht darin, dass man den Wind durch die Sohle der betreffenden Vertiefung eintreten lässt. Es werden zu dem Zwecke zahlreiche oder doch mehrere Öffnungen angebracht[1]) oder man begnügt sich mit einer entsprechend grossen Öffnung[2]), wobei die Mündungen zweckmässig so eingerichtet werden, dass man sie leicht auswechseln kann. Fig. 120 stellt Rotter's gusseisernes Schmiedefeuer[3]) in senkrechtem Schnitt dar. Der Herd ist aus Eisen gefertigt, in denselben eine Schale gehängt, welche zur Aufnahme der Kohle dient, und in diese Schale endlich die leicht auswechelbare Düse gesetzt. Um das Einfliessen der im Feuer entstehenden Schlacke in die Düsenmündung möglichst zu verhüten, überragt letztere den Schalenboden. Brennstoff- und Schlackenstücke, welche durch die Düse fallen, gelangen in einen unter der Düse befindlichen grösseren Raum, aus welchem sie, nach Ausziehen des den Boden dieses Raumes bildenden Schiebers herausfallen. Seitwärts ist der aus Gusseisen gebildete Löschtrog angebracht.

Schumann & Mühlbauer wollen[4]) verhüten, dass Schmutzteile in die Düsenöffnungen fallen, und legen deshalb zwei Düsen, welche schräg nach unten stechen, in geringem Abstand einander gegenüber. Die Anordnung erweckt wenig Vertrauen.

---

[1]) D. p. J. 1870, **197**, 318 m. Abb.; 1873, **207**, 313 m. Abb.; 1874, **[illegible]**, 380 m. Abb.

[2]) D. p. J. 1876, **221**, 115 m. Abb.; 1884, **252**, 302 m. Abb.

[3]) D. p. J. 1873, **210**, 250 m. Abb.

[4]) D. R. P. No. 13535; D. p. J. 1881, **242**, 406 m. Abb.

Da das Eindringen der Schlacke, welche dort erhärtet, und anderer Körper in die Düse nicht völlig verhindert werden kann, die Reinigung der Düse mittels eines spitzen Eisens aber zeitraubend ist, so fügt Webers[1]) in die Düsenöffnung ein kleines Flügelrad, durch dessen Drehung hineingefallene Körper zertrümmert und zum Herabfallen veranlasst werden. Auch erreicht man durch entsprechende Stellung des Rädchens eine Regelung des Windzuflusses. Morgan[2]) und ähnlich Pergande[3]) bringen Stifte an, die mit Hilfe eines Hebels bezw. durch Daumen von unten in die Düsen gestossen werden können. Holoch's Schmiedefeuereinsatz[4]) erleichtert nicht allein die Reinhaltung der Düse wie des unter der Düse befindlichen Sammelraumes von durch

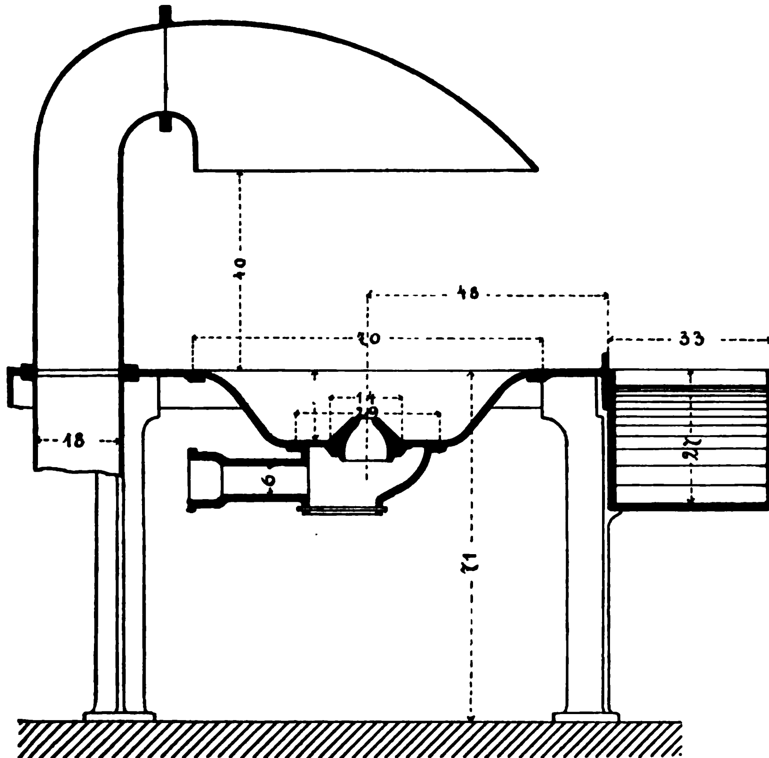


Fig. 120.

die Düse gefallenen Unreinigkeiten, sondern auch eine recht hübsche Regelung der Windstärke. Fig. 121 ist ein Schnitt desselben. Die Röhre *a* führt den Wind heran, *b* bezeichnet die Düse, welche durch den Kegel *c* mehr oder weniger geschlossen werden kann, und *d* einen eisernen Trichter zur Aufnahme des

[1]) Z. d. V. d. I. 1864, S. 451 m. Abb.
D. p. J. 1864, **173**, 408 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1876, **221**, 81 m. Abb.
[3]) D. R. P. No. 36503; Z. d. V. d. I. 1886, S. 964 m. Abb.
[4]) Z. d. V. d. I. 1858, S. 123 m. Abb.
D. p. J. 1858, **149**, 98 m. Abb.

Feuers, welcher häufig durch einen gemauerten ersetzt auch wohl mit Schlackenabzug versehen wird. Der Querschnitt des Windstromes wird ein ringförmiger, so dass das Feuer eine grössere Ausdehnung erlangt, als ein einfacher Windstrahl herbeiführt. Schmutzteile, welche in die Düsenöffnung gelangen, werden durch heftiges Auf- und Niederbewegen des Kegels *c* zertrümmert und zum Herabfallen veranlasst. Der Sammelraum unter der Düse ist trichterförmig gestaltet und unten mittels des Kegels *e* geschlossen, der mit Hilfe des Hebels *f* bewegt werden kann. Nach Zurückziehung des Kegels *e* bläst der Wind alle Unreinigkeiten nach unten; eine Spitze des Kegels *e* dient nach Umständen zur Zertrümmerung derselben. Der Kegel *c* wird auch durch einen Hebel verstellt, welchen der Schmied leicht erreichen kann. Der beschriebene Einsatz wird in neuerer Zeit meistens ohne den Kegel *e* — an dessen Stelle ein billigerer Schieber oder eine Klappe tritt — ausgeführt.

Die starke Abnutzung der Düsenmündung mindert man durch Kühlung und zwar, entweder indem man durch Höhlungen derselben Kühlwasser strömen lässt, oder doch die Düse metallisch mit grösseren Oberflächen verbindet, welche von der freien oder dem Feuer zuzuführenden Luft bespült werden.

Im letzteren Falle wird gleichzeitig eine Vorwärmung des Windes erreicht.[1]) Es sind auch andere der Windvorwärmung dienende Vorrichtungen vorgeschlagen worden. Obgleich dieselben nachweislich[2]) eine gewisse Brennstoffersparnis hervorbrachten, haben dieselben nur sehr wenig Eingang gefunden.

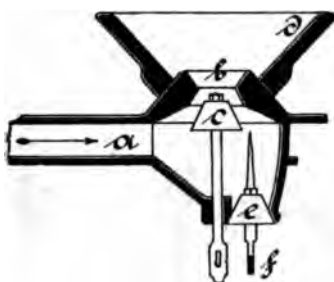


Fig. 121.

Mehrere andere Schmiedefeuereinrichtungen findet man in unten verzeichneten Quellen beschrieben.[3])

Schmiedefeuer, welche behufs bequemer Überführung von einem Ort zum andern tragbar, oder mit Laufrädern versehensind, an welchen zu gleichem Zweck auch ein Balg-, Schleuder- oder Kapselbläser befestigt ist, nennt man Feldschmiedefeuer. Sie gehören fast ausnahmslos den kleineren Feuern an, unterscheiden sich aber nur durch die Anordnungen, welche die Überführbarkeit bezwecken, von den feststehenden Schmiedefeuern.[4])

Grössere Wärmemengen als in den gewöhnlichen Schmiedefeuern entwickelt man in dem sogenannten Rundfeuer. Dasselbe besteht meistens aus einem etwa 60 *cm* hohem Herde mit kreisrundem Grundriss, woher der Name rührt (zuweilen ist der Herd rechteckig), in dessen Mitte eine grössere Vertiefung sich befindet, welcher durch mehrere Seitendüsen Luft zugeführt wird. In der Regel ist ein Rauchfang am

---

[1]) D. R. P. No. 33883; Z. d. V. d. I. 1886, S. 250 m. Abb.
D. p. J. 1886, **259**, 349 m. Abb.

[2]) D. p. J. 1838, **67**, 312; 1840, **76**, 339; 1844, **93**, 271; sämtl. m. Abb.
Portef. industr. d. conservatoire des arts et metiers, Bd. I, Bl. 16.

[3]) Publ. industr. 1877, Bd. 23, Taf. 4 u. 5.
D. R. P. No. 36309, Z. d. V. d. I. 1886, S. 947 m. Abb.

[4]) D. p. J. 1849, **112**, 265; 1865, **175**, 356; 1874, **213**, 380; 1884, **254**, **[illegible]**, sämtl. m. Abb.
Annales industr. Aug. 1883, S. 176 m. Abb.
Revue industr. Apr. 1884, S. 135 m. Abb.

tein hängend angeordnet, mitunter fehlt jede geregelte Rauch- was natürlich mit grossen Belästigungen der Arbeiter verknüpft ıs Wesentliche des Rundfeuers ist die Zugänglichkeit desselben von ɜiten; zu gunsten dieser lässt man sich den zuletzt erwähnten zuweilen gefallen. Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass man wöhnlichen durch einen verschiebbaren Schornstein ersetzen kann, nur dann ohne Schornstein gearbeitet zu werden braucht, wenn und Grösse des zu erwärmenden Stückes solches unbedingt er- ch macht.[1])

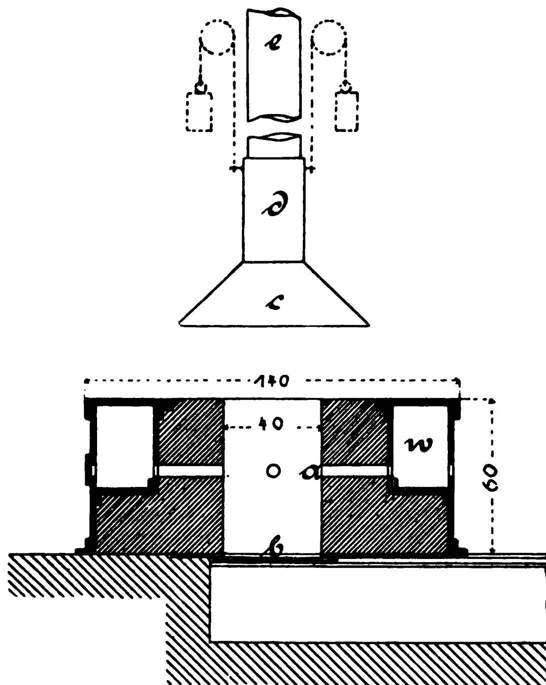


Fig. 122.

ʒ. 122 ist ein senkrechter Schnitt eines Rundfeuers. Das Mauerwerk ist ɜm am oberen Rande gehörig versteiften Blechmantel umgeben, inner- ɜlchem die Windzuleitung *w* ähnlich angebracht ist, wie bei einigen ɜchmelzöfen. Von dem ringförmigen Windkanal *w* führen mehrere *a* die Luft in das Feuer. Thürchen im Mantel des Windkanales ge- die Röhren oder Düsen *a*, behufs deren Reinigung mit einer geraden ʒu durchfahren. Die Entleerung des Feuerraumes findet in einfachster tatt nach Zurückziehung des Schiebers *b*. Der Feuerraum ist zuweilen em Schlackenabstichloch versehen. Ein Blechschirm *c* hängt an dem bbaren Blechschornstein *d*, der an dem festen Schornstein *e* gleitet und ı angebrachter Gegengewichte leicht in höhere oder niedrigere Lage t werden kann.

---

[1]) Vergl. Fig. 122 und Z. d. V. d. I. 1885, S. 999 m. Abb.

Man mindert den Wärmeverlust bezw. die Wärmestrahlung wöhnlichen Schmiedefeuer wie der Rundfeuer nicht selten mittel Augenblick zusammeugestellter Backsteine, auch werden aus E Stein gebildete Hauben, die sich natürlich der Gestalt und Gı Werkstücke anpassen müssen, Feuer gestülpt. Das sind offe Anfänge zu geschlossenen Öfen mannigfachen Formen zur Erv besonderer Gegenstände dienen. So hängt man einen Blechrin förmigen Querschnitts an einen I um diesen durch das von ersterem Feuer zu erwärmen[1]), oder eine a Ofen an die Naht einer Blechtromn letztere zwischen Walzen liegt, schweisswarm gemachte Naht ohn verlust zwischen die, die Schweiss ziehenden Walzen zn bringen.[2]) I Fig. 123 in senkrechtem und Fi wagerechtem Schnitt dargestellt wärmungsofen gehört ebenfalls Der Feuerraum ist für gewöhnlich 4 Schlitze, welche für das Einbri Nietbolzen genügend weit sind, zu behufs Einbringens des Brennst Reinigens des Feuers kann der aufgeklappt werden. Der Wind durch die Röhre *a* und die dies setzte Düse in das Feuer, während d durch vier Öffnungen und zugehörig nach unten in die gusseisserne Sä von dieser ab in den Rauchkanal wird. Diese Anordnung schützt vor z Wärmeverlusten, bringt eine gew wärmung des Windes hervor un den bedienenden Jungen sowohl v Hitze wie vor dem Rauch.

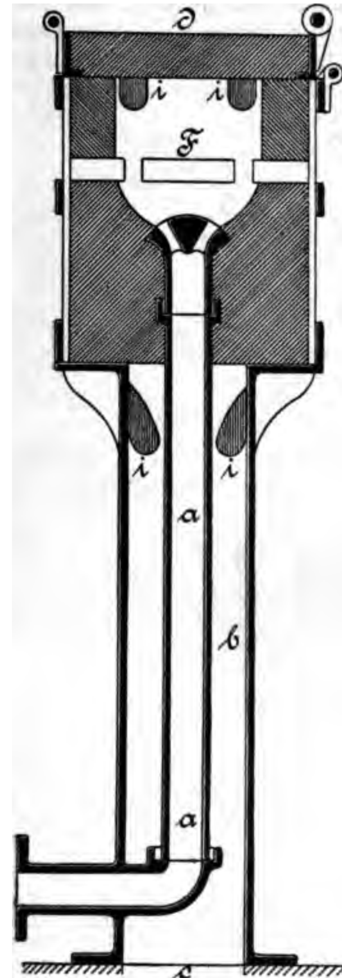


Fig. 123.

Ein anderer Nieterwärmungs mechanischer Speisung des Feue der unten verzeichneten Quelle ben.[3])

Webb[4]) lässt einen grösser bolzenerwärmungsofen um sei rechte Achse kreisen, so dass Ofen bedienenden Jungen ihr nicht zu ändern brauchen.

Zur Verhütung des Rostens werden namentlich eiserne, bezw. Gegenstände häufig vor dem Glühen mit einer schützenden De

1) D. p. J. 1872, **206**, 341 m. Abb.
2) D. p. J. 1880, **235**, 22 m. Abb.
3) The Engineer, Juni 1882, S. 418 m. Abb.
4) Der Techniker, 1. April 1883, S. 168 m. Abb.

sehen. Diese Decke besteht zuweilen aus Lehm, welcher namentlich auch dann angewendet wird, wenn das Werkstück (z. B. Blech) nur von einer Seite erwärmt werden kann, um die Wärmeverluste zu mindern. Auch Kochsalz mit Bierhefe oder Roggenmehlkleister (letztere Körper dienen zum vorläufigen Ankleben des Salzes und liefern vielleicht bei dem Glühen etwas Kohlenstoff, während das Salz im geschmolzenen Zustande das Werkstück von der Umgebung abschliesst), sind beliebte Mittel, weil sie sich demnächst leicht abspülen lassen.

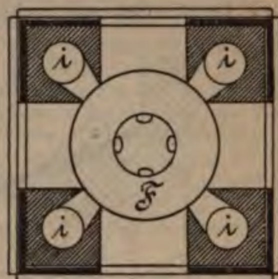


Fig. 124.

D. Mittelbares Erwärmen.

Dasselbe wird teils angewendet, um die zu erwärmenden Arbeitsstücke vor den Einflüssen der Rauchgase zu schützen, teils um eine grössere Gleichmässigkeit zu erzielen, als die unmittelbare Erwärmung durch die Rauchgase herbeiführt, teils um die Regelung der Temperatur zu erleichtern. Ich greife als erste Reihe der hierher gehörenden Einrichtungen bezw. Verfahren heraus:

a. Das Schmelzen im Gefäss.

Aus der Zusammenstellung, welche (S. 161) die Schmelztemperaturen der Metalle angiebt, ersieht man sofort, dass man von schwer schmelzbaren und leicht schmelzbaren Metallen sprechen kann: beide Gruppen trennen sich scharf voneinander ab. Die Schmelztemperaturen der Legierungen gehen zwar mehr ineinander über, jedoch gestatten sie die Einreihung in die erwähnten beiden Gruppen. Es handelt sich um solche Metalle bezw. Legierungen, welchen mehr als 500° Schmelztemperatur eigen ist, und solche, welche unter dieser Temperatur schmelzen. An diese reiht sich eine dritte Gruppe, welche aus Stoffen besteht, deren Schmelztemperatur bei oder unter 100° liegt. Sonach ist die Einteilung in Vorrichtungen für schwer schmelzbare, leicht schmelzbare Metalle und andere Stoffe zulässig.

α. Für schwer schmelzbare Metalle verwendet man entweder Graphittiegel, welche auch Passauer Tiegel genannt werden, weil sie früher fast ausschliesslich in der Nähe Passaus gefertigt wurden, oder Tiegel aus feuerfestem Thon, auch Hessische Tiegel genannt. Sehr selten werden Platintiegel verwendet, weil sie zu teuer sind. Sie würden anderenfalls in manchen Fällen den vorher genannten Tiegeln vorgezogen zu werden verdienen, weil die chemische Einwirkung des Graphits bezw. des Gemenges aus Quarz und Thon, welches man als feuerfesten Thon bezeichnet, auf das Schmelzgut nicht immer angenehm ist.

Die Tiegel sind im allgemeinen bis 45 *cm* hoch und haben oben bis 30 *cm* äusseren Durchmesser. Der obere Rand derselben ist entweder mit nur einer Ausbauchung versehen, welche dem bequemen Ausgiessen dient, oder es sind — wie bei den Hessischen Tiegeln — drei solcher Ausbauchungen zu gleichem Zweck angebracht, so dass das obere Ende einem Dreieck ähnlich sieht. Während die Entleerung des Tiegels

durch Ausgiessen die Regel bildet, auch mittels Ausschöpfen stattfi
wird ausnahmsweise auch im Boden desselben ein Loch angebrach
dem ein Stöpsel steckt. Nach stattgehabter Schmelzung wird der St
ausgestossen.

Man versieht die Tiegel mit einem Deckel, dessen Anschlus
nach Umständen mit Lehm verstrichen wird, oder verwendet ihn

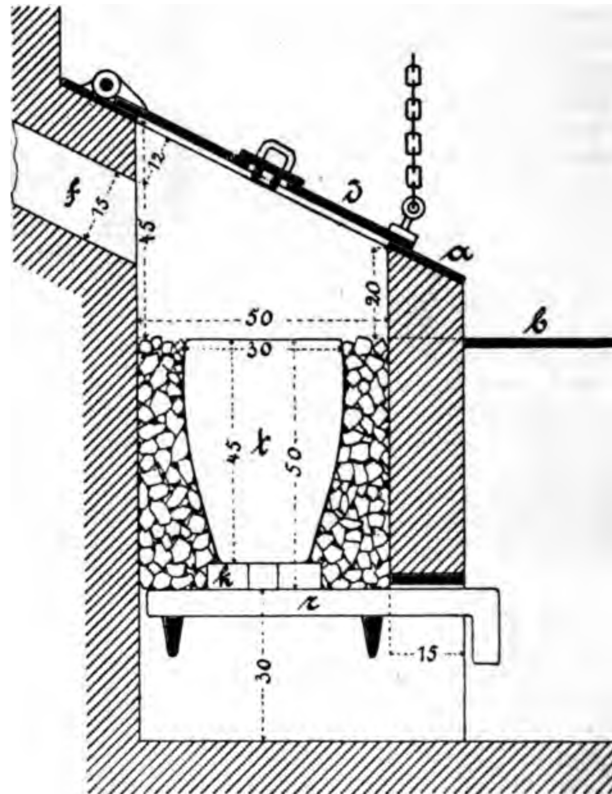


Fig. 125.

Zum Erwärmen der Tiegel dienen niedrige Schachtöfen, Flamm
beide mit Anfachung des Windes durch Schornsteine oder Schmiede
bezw. diesen ähnliche Feuerungen.

Einen grösseren Tiegelschmelzofen mit Schachtfeuerung zeigt Fig
Der runde oder auch vierkantige gemauerte Schacht ist unten durch
Rost *r* geschlossen. Auf diesem ruht zunächst der Käs *k*, welcher den T
trägt. Der Käs soll die Abkühlung des Tiegelbodens seitens der durc
Rost eingesaugten Luft verhüten. Er wird entweder für den Zweck bes
hergestellt, oder aus ein Paar gewöhnlichen feuerfesten Ziegeln, oder au
Tiegelbruchstücken gebildet. Der Tiegel ist ringsum mit Brennstoff (Hol
oder Koke) umgeben, dem die Verbrennungsluft durch den Rost zugeführt





...edeckt sein. Die
...ornstein. Zur
... Platte *a* be-
...te und Gegen-
...h ein Schauloch
... benutzt werden
...t erwärmt. Um
...er auch die Be-
...rn, überzieht man
...schlecht leitenden
...v. Hervorragungen
...acht ihn aus Thon,
...e Ofenmündung ragt
...ssboden der Hütten-
...sich aber mit Rück-
... Ofen völlig über die
...ei der Bedienung des
...ten *cm*.
... geheizt [2]); es ist auch

... Umstandes, dass di...
...Tiegel mit höherer Tem...
...en, ein sehr grosser is...
...n) die Ofenwand doppe...
... den Rauchgasen bespül...
...ches für Kokefeuerung
...den die Verbrennungsg...
...Trockenkammern [5]) benu...
...liche Luft vorgewärmt. [6]...
... in Ofen verbunden, dass ...
...ine den Tiegel aus dem ...
... den erheblichen Temper...
...ind, solange man dens...
...nimmt, und die ihn verhü...
... Verfahren eine gewisse W...

...echte Schnitte des Piat'schen
...ge dar, in welcher er zum Sch...
... 127 dargestellte Lage gegebe...
...en u. s. w. Der Tiegel *t* ruht (F...
...platte *a*, welche mittels zwe...
...ss des Tiegels lehnt sich an d...
...dem den oberen Rand des Ti...

... 261, 295 m. Abb.
... 83 m. Abb.
... 206, 360 m. Abb.
... 73 m. Abb.
... Abb.
... Abb.
... Abb.
... Abb.
... 1878, 229, 107 m. Abb.
...chnologie I.

dass derselbe seine Lage gegenüber dem Ofen auch beim Kippen des letzteren nicht zu verändern vermag. Im Ofenfutter, bezw. Ofenmantel ist eine Verlängerung des Tiegelausgusses angebracht, die während des Schmelzens dem Rauch Austritt gewährt, wenn man — was bei Benutzung der saugenden Wirkung eines Schornsteins notwendig ist — nicht vorzieht, auf die Öffnung des ringförmigen Deckels c eine wegnehmbare eiserne Rauchröhre zu setzen. Der Ofenmantel ist nun mit zwei Schildzapfen versehen (vergl. Fig. 127), so dass er nach stattgefundenem Schmelzen so weit gekippt werden kann, als zum Ausgiessen des flüssigen Metalles erforderlich ist. Wenn, wie bei dem vorliegenden Ofen in Aussicht genommen, die Verbrennungsluft durch einen Bläser unter Vermittlung der Röhre d zugeführt werden soll, so muss der Ofenmantel möglichst dicht an den Untersatz e sich schliessen. Übrigens kann nach dem Emporziehen des Schiebers f auch bei der vorliegenden Anordnung die Luft durch

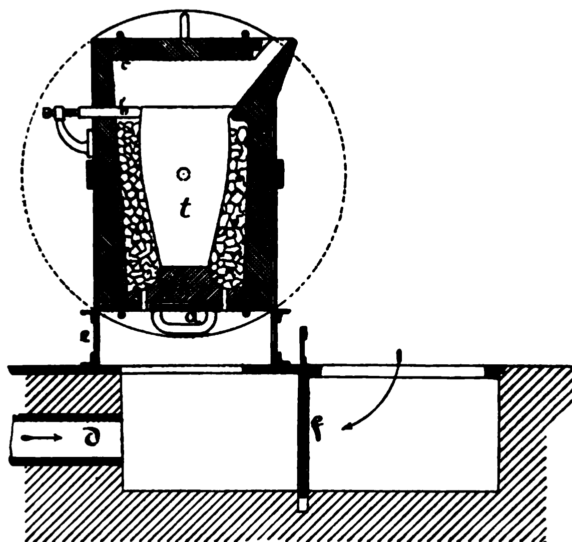


Fig. 126.

Saugen in das Feuer gebracht werden. Behufs Einbringung des Brennstoffes (auch des Tiegels, wenn derselbe zum erstenmale benutzt werden soll) setzt man in den ringförmigen Deckel c einen eisernen Topf g, befestigt ihn mittels der Vorsteckstifte und dreht den Ofen um 180°, so dass er die in Fig. 127 gezeichnete Lage annimmt. Die Riegel b werden natürlich sachgemäss angezogen. Nunmehr füllt man den Ofen mit Koke, entzündet dieselbe, legt den Käs k und die Platte a auf, worauf dem Ofen seine in Fig. 126 gezeichnete Lage wiedergegeben, g entfernt und ein thönerner Deckel aufgelegt wird.

Dieser Piat'sche Ofen wurde gelegentlich der 1878er Weltausstellung auch in der Anordnung gezeigt, welche gestattet, denselben mit dem Tiegel bis zu die einzelnen Gussformen zu fahren.

Als eine Art Nachbildung desselben ist der Fischer'sche Ofen[1]) zu betrachten.

Die Flammöfen zur Erwärmung der Tiegel, beziehungsweise der zum Glasschmelzen dienenden Häfen unterscheiden sich meistens nur insofern

[1]) D. R. P. No. 8045 u. 16598; D. p. J. 1882, **246**, 148.

-nm Einstellen und Herausnehmen
-t sehr grosse Abmessungen
-nen auch anderen Zwecken
Schmiedefeuern ähnliche Vor-
sind weitere Worte überflüssig.
-arer Metalle benutzt man guss-
-elche, solange ihre Abmessungen
-erung gekippt werden, sonst aber
-esitzen, aus der das Geschmolzene
-essen vermag. Auch wird das Aus-

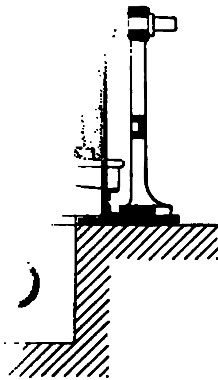


Fig. 127.

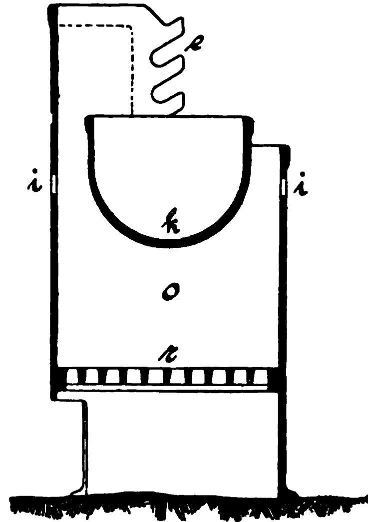


Fig. 128.

-endet. Behufs der Erwärmung werden die zuweilen bis -weiten Schalen ähnlich eingemauert, wie gewöhnliche Koch- -unter jede derselben ein Rost angebracht, dessen Feuer die -ttelbar berührt, dessen Rauchgase aber demnächst noch um herumgeführt werden. Man setzt sie auch in ein gewöhn- -miedefeuer, oder mit Hilfe eines Dreifusses oder sonstigen -s über irgend ein Kohlen- oder Holzfeuer.

Beispiel möge hier ein tragbares Feuer zum Bleischmelzen, wie es -p & **Reuther** ausgeführt worden ist, beschrieben werden. Der etwa -weite Kessel *k*, Fig. 128, ist aus Gusseisen gebildet, er ist an seinem Rande mit zwei Zapfen versehen, welche in die Ausklinkungen *e* des Ofenteils gelegt werden, vermöge welcher Einrichtung man die Höhen- des Kessels gegenüber dem Rost *r*, bezw. dem Feuer ändern kann. Diese

[1]) **Dralle**, Glasfabrikation, Leipzig 1886.

[2]) Vergl. **Selve's** Tiegelofen zum Schmelzen zinkhaltiger Metalle: D. p. J. 256, 320 m. Abb.

Anordnung ist hauptsächlich deshalb getroffen, weil man als Brennstoff Koke verwenden will. Über die erwähnten Zapfen des Kessels kann man Gasröhren stecken, um bequeme Handhaben zum Tragen des Kessels zu erhalten. Der Ofen *o* ist ebenfalls aus Eisen gegossen; unter dem Rost befindet sich eine Öffnung für den Lufteintritt und bei *i* sind Löcher angebracht, durch welche man eine zum Fortschaffen des Ofens dienende Tragstange schieben kann.

γ. Andere leicht schmelzbare Stoffe werden ebenfalls in Schalen oder Kesseln behandelt. Es gehören hierher: Asphalt, Pech, Leim, Wachs, Guttapercha u. s. w. Da diese Stoffe meist eine geringe Wärmeleitungsfähigkeit haben, so sind behufs Vermeidung einer schädlichen Überhitzung Rührwerke im Gebrauch, oder man sieht ab von der einfachen Wärmeüberführung von dem Feuer durch eine Wand in den Stoff, an deren Stelle eine verwickeltere, aber leichter regelbare (unter Vermittlung des Wassers oder Dampfes s. w. u.) tritt.

b. Erwärmen im Gefäss.

In erster Linie ist für das Erwärmen im Gefäss zwar, wie bei dem Schmelzen im Gefäss, die Absicht massgebend, die betreffenden Gegenstände vor Beschädigungen seitens der Rauchgase zu schützen, indessen spielt eine zweite Absicht im allgemeinen eine gleich grosse Rolle: man will die Erwärmung gleichmässiger über die Gegenstände verbreiten, als mittels unmittelbarer Einwirkung des Feuers, bezw. der Rauchgase möglich ist. In vielen Fällen werden beide Zwecke mittels derselben Vorrichtungen erreicht, welche zum Schmelzen im Gefäss dienen, d. h. man benutzt Tiegel-Schachtöfen, Flammöfen und offene Feuer, auch die zugehörigen Gefässe, richtet diese aber für den in zweiter Linie genannten Zweck vor, in anderen Fällen wird die gesamte Einrichtung dem besonderen Zweck angepasst.

Eine gute Übersicht gewährt die Einteilung der gebräuchlichen Vorrichtungen auf Grund der Absicht, die Erwärmung möglichst gleichmässig zu machen.

α. Das Luftbad, bezw. der Muffelofen.

Wenn man in einen Tiegel oder ein sonstiges Gefäss einen festen Körper bringt, welcher die Gefässwandungen nicht oder doch nur an einzelnen Stellen geringer Ausdehnung berührt, was ohne weiteres stattfindet, oder durch Zwischenlagen gefördert wird, so findet die Wärmeübertragung wenigstens zum grössten Teil durch die den Körper einhüllende Luft statt. Vermöge der grossen Beweglichkeit der Luft erfolgt ohne weiteres ein Temperaturausgleich in derselben wagerechten Ebene; nur die Wärmestrahlung der Gefässwände und die geringe unmittelbare Leitung der Wärme von diesen an den Körper behalten ihre Selbständigkeit. Zwischen unten und oben wird ein Temperaturausgleich herbeigeführt, sobald unten eine höhere Temperatur auftritt als oben herrscht. Damit sind die Wege, mittels welcher eine gleichmässige Durchwärmung herbeigeführt werden kann, angedeutet: man suche die Wärmeüberführung, welche vermöge der Berührung zwischen Gefässwänden und Werkstücken stattfindet, und die Wärmeüberführung durch Strahlung möglichst klein, letztere auch möglichst gleichförmig zu machen, und erwärme namentlich den unteren Teil des Gefässes.

oweit solche Gefässe, welche sonst dem weiter oben erörterten zen dienen, verwendet werden, dürfte die gegebene Darlegung n. Über einige Vorrichtungen, welche dem vorliegendem Zwecke iesslich gewidmet sind, mögen noch einige Anführungen folgen. Ian nennt in diesem Falle die Gefässe **Muffeln** und die zuge- Öfen **Muffelöfen**. Die Muffeln sind entweder mit dem Ofen rbunden, oder werden in denselben gestellt. Sie bestehen häufig en, welches namentlich wegen der Undurchlässigkeit für Luft und geringeren Zerbrechlichkeit dem Thon vorgezogen wird, oder aus

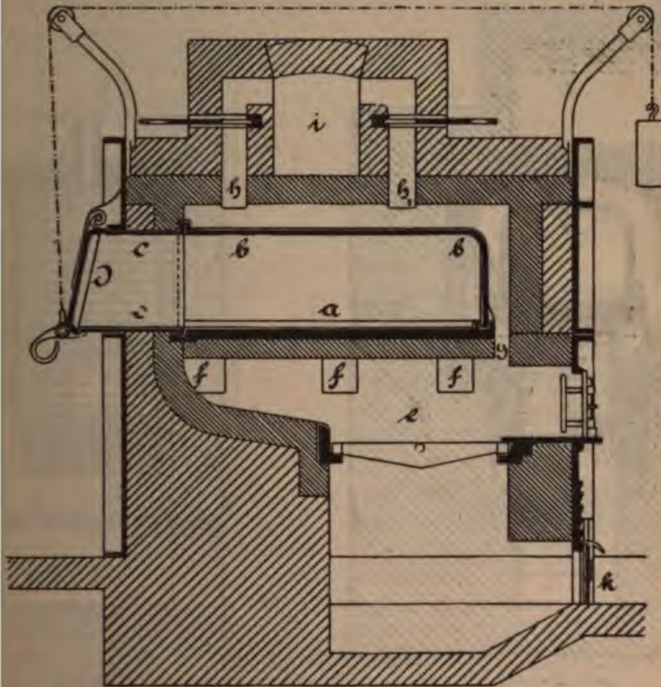


Fig. 129.

welcher weniger unter den zuweilen sehr hohen Temperaturen Nur die Öfen mit Muffeln im engeren Sinne des Wortes gehören rliegenden Erwärmungsart ausschliesslich an, diejenigen mit **Ein- isten** können ebensowohl für das unter δ genannte Verfahren be- und sollen deshalb weiter unten angeführt werden.

sei, als ausschliesslich für die unter α fallenden Muffeln von ung hier noch erwähnt, dass man zuweilen den Luftinhalt der durch Einsetzen geschlossener Thongefässe verringert, um die che Einwirkung des Sauerstoffs der Luft auf die Werkstücke zu n.

Als Beispiel eines Muffelofens mit fester eiserner Muffel diene derjenige der Metallpatronenfabrik von Lorenz in Karlsruhe[1]). In Fig. 129 ist die Muffel der Länge nach, in Fig. 130 dieselbe quer geschnitten dargestellt. Sie besteht aus der starken gusseisernen Bodenplatte *a* und dem ebenfalls gegossenen Oberteil *b*, an welche sich ein eiserner Hals *c* mit Thür *d* schliesst. Der Raum der eigentlichen Muffel ist 120 *cm* lang, 50 *cm* breit und 38 *cm* hoch. Um den Boden der Muffel gegen gar zu grosse Erwärmung, welche ihn bald zerstören würde, zu schützen, ist zwischen ihn und den Feuerraum *e* ein Gewölbe gespannt. Von *e* aus strömen die Feuergase durch 6 seitliche Öffnungen *f* und eine vordere Öffnung *g* nach oben, bespülen den oberen Teil der Muffel und entweichen durch die Füchse *h* und *h*, in den Kanal *i*, welcher sie behufs weiterer Ausnutzung einem Dampfkessel zuführt. Behufs Regelung der Temperatur sind die beiden Füchse *h* und *h*, mit Schiebern versehen, durch deren Einstellung die Erwärmung der Muffel in ihrem vorderen oder hinteren Teil gefördert werden kann.

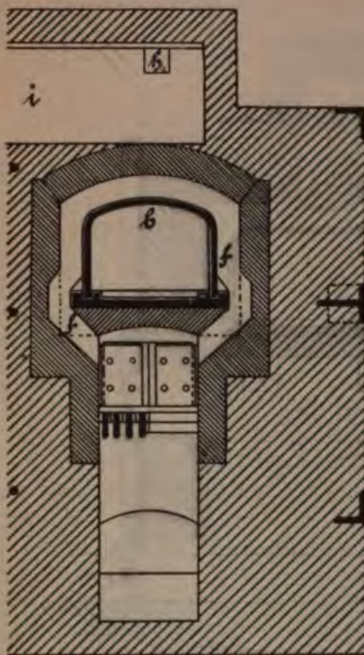


Fig. 130.

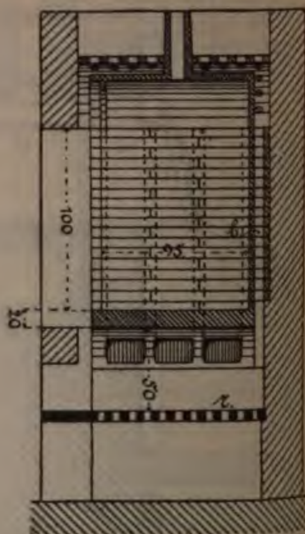


Fig. 131.

Pollard's, aus feuerfesten Thon gebildete, in dem Ofen eingemauerte Muffel (welche insbesondere zum Einbrennen des Schmelzes [Emaille] auf Thon- und Metallgegenstände bestimmt ist) stellen die Fig. 131, 132 und 133 in zwei senkrechten und einem wagerechten Schnitt dar[2]).

Über den langen, schmalen Rost *r* ist ein Gewölbe gespannt, in welchem 8 Schloten *b* münden. Diese Schloten sind von der Muffelsohle ab dadurch erzeugt, dass mit Löchern versehene feuerfeste Ziegel die Wandungen der Muffel bilden. Oben ergiessen sich die Rauchgase in einen von zwei Gewölben ein-

[1]) Z. d. V. d. I. 1883, S. 544 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1873, **210**, 66 m. Abb.

... sie durch zahlreiche Öffnungen des äusseren ... Die einzige Ein- bezw. Austragsöffnung ... hlossen und die Fugen zwischen dieser ... ien.

... nden Anordnung der beiden hier ... n wählt man, zu gunsten des Ein- ... cht selten die senkrechte Aufstellung: ... n des Muffeldeckels die zu erhitzenden ... iteres einzusenken und demnächst wieder ... wird hiervon bei Drahtglühöfen, aber auch ... rer Gegenstände[1]) Gebrauch gemacht. Be-

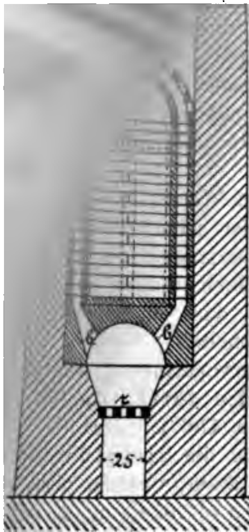


Fig. 132.

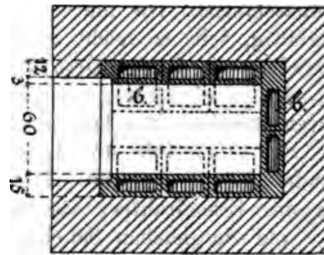


Fig. 133.

chtenswert ist ein Vorschlag, nach welchem die stehenden (trommel-rmigen) Muffeln um ihre senkrechte Achse kreisen sollen[2]), um die leichmässigkeit der Erwärmung zu erhöhen.

Andere Muffelöfen mit festen Muffeln findet man in unten verzeich-ten Quellen beschrieben.[3])

β. Das **Wasserbad** dient gleichzeitig der gleichmässigen Erwärmung d der Sicherung vor Überhitzung. Wegen der grossen Beweglichkeit

---

[1]) Heizbare Wärmeausgleichsgrube: D. p. J. 1885, **258**, 448 m. Abb.
[2]) D. R. P. No. 29779.
D. p. J. 1885, **257**, 88 m. Abb.
[3]) Polyt. Centralbl. 1858, S. 835 m. Abb.
D. p. J. 1879, **231**, 163 m. Abb.
Prakt. Masch. Constr. 1882, S. 141 m. Abb., 1886, S. 229 m. Abb.
Ledebur, Verarbeitung der Metalle auf mechanischem Wege.

und bedeutenden Einheitswärme des Wassers werden mittels desselben Temperaturungleichheiten in gleichem Sinne, aber durchgreifender ausgeglichen als seitens der Luft. Das Gefäss ist offen, so dass eine Erwärmung des Wassers über 100° unmöglich ist. Man würde jedoch auch, um höhere Temperaturen zu erzeugen, das Wasser unter Druck erwärmen können. Die zu erwärmenden Gegenstände werden entweder in das Wasser getaucht (Holz, Gummi, Guttapercha) oder, wenn dieselben nicht benetzt werden sollen, in Gefässe, welche in das Wassergefäss tauchen (Leim u. s. w.) gebracht. Hierher sind auch diejenigen Einrichtungen zu rechnen, bei denen das warme Wasser durch Werkzeuge, Pressplatten u. dergl. geführt wird, um durch deren Vermittlung die Wärme an die Werkstücke zu überführen.

Wasserdampf bestimmter Spannung hat eine bestimmte Temperatur. Da man nun die Spannung des Wasserdampfes ohne Schwierigkeit zu regeln im stande ist, der Dampf aber bequemer von einer Quelle nach verschiedenen Arbeitsplätzen zu verteilen ist, als das Wasser, so ist das Dampfbad im allgemeinen weit verbreiteter als das Wasserbad im engeren Sinne des Wortes.

Auch der Dampf wird entweder mit den Werkstücken in unmittelbare Berührung gebracht (Holz, Tierhaare) oder seine Wärme durch Vermittelung einer festen Wand auf dieselbe übertragen (Pressen, Walzen, Kämmmaschinen). Die hierher gehörenden Einrichtungen sind teils sehr mannigfaltig, teils so leicht zu durchschauen, dass ein näheres Eingehen auf dieselben an diesem Orte überflüssig erscheint.

γ. Andere flüssige Bäder. Zu Hervorbringung höherer Temperaturen werden in gleichem Sinne zuweilen fette Öle (bis 200°), Talg, Paraffin (bis 350°), Salmiak (bis 450°), Blei (bis 1000°) und andere Körper benutzt. Insbesondere sind die Bleibäder zum Ausglühen des Eisendrahtes, stählerner Gegenstände, welche nicht rosten sollen, und dergleichen beliebt. Das Talgbad dient u. a. zur Vorwärmung des zu verzinnenden Bleches, welches auch sorgfältigst vor Rost geschützt werden muss, wie zum Blankschmelzen des verzinnten Bleches.

Das Bad befindet sich natürlich in einem Gefäss geeigneter Gestalt, welches in irgend einer Weise durch Feuer erwärmt wird.

δ. Das Sandbad und seine Verwandten dienen ähnlichen Zwecken, wie die vorher besprochenen Einrichtungen; sie sind meistens für hohe Temperaturen bestimmt.

In der einfachsten Ausführung besteht das Sandbad aus einer von unten erwärmten, mit Sand gefüllten Schale. Man legt die zu erwärmenden festen Gegenstände ohne weiteres, die flüssigen, bezw. schmelzenden unter Benutzung eines Gefässes, eines Tiegels in den Sand.

Die Wirkung besteht zunächst in der Milderung der von der Feuerstelle ausgehenden Temperatur, aber wegen der Langsamkeit der Wärmeüberleitung gleichzeitig in Verteilung der Wärme, d. h. Ausgleichung der Temperatur.

Gleiches erreicht man offenbar, wenn man die zu erwärmenden

egenstände in geschlossene Gefässe, Einsetzkästen, so legt, dass sie rgend die Wandungen der Gefässe berühren, sondern überall Sand oder ndere Körper die Wärmeüberleitung vermitteln müssen. Mit dem Einetzen, d. h. dem Erhitzen in Einsetzkästen verbindet man nicht selten ie Absicht, auf die betr. Werkstücke chemisch einzuwirken.

Zu dem Ende besteht z. B. das Pulver, welches die Arbeitsstücke umgiebt, ezw. sie von den Kastenwandungen trennt teilweise oder ganz aus Kohle oder ohlenstoff reichen Körpern, so dass bei dem Glühen des ganzen, Kohlenstoff n das eingehüllte kohlenstoffarme Eisen übergeführt wird. Bei kurzer Glühit dringt der Kohlenstoff nur in die Oberfläche des Eisens, macht diese härtar, während das Innere geschmeidig bleibt. Man nennt wohl im besonderen iese oberflächliche Verwandlung des kohlenstoffarmen Eisens in Stahl das insetzen.

Umgekehrt werden gusseiserne Gegenstände mit kohlenstoff durstigen örpern umhüllt und geglüht, um ihm Kohlenstoff zu entziehen, d. h. es in chmiedbares Eisen umzuwandeln, ein Verfahren welches Tempern genannt wird.

Die Erwärmung der Einsetzkästen findet zuweilen im gewöhnlichen chmiedefeuer oder anderem Feuer[1]) statt; zweckmässiger ist die Beutzung der Flammöfen, die nicht selten hierfür besonders eingerichtet verden[2]).

ε. Beilagen sind eiserne, kupferne oder dergl. dickwandige Körper, elche zu erhitzende Gegenstände so umschliessen, dass die Wärme nur urch erstere zu letzteren gelangen kann. Sie unterscheiden sich von en Muffeln und Einsetzkästen dadurch, dass die Ausgleichung der Temeratur weder Luft noch Sand, noch irgend welche dritte Körper, sondern ur die Beilagen selbst bewirken. Man benutzt sie z. B. für dünne undeisen in der Weise, dass in die Furche eines starken gusseisernen lotzes der Stab gelegt, derselbe mit einem andern geeignet gestalteten usseisernen Körper zugedeckt und das Ganze in ein Schmiedefeuer oder nen Ofen gebracht wird. Sind längere dünne Gegenstände in grösserer ahl zu erwärmen (Nadeln, Stäbchen für Regen- und Sonnenschirme u. ergl.), so bildet man den einen Klotz als rohes Gefäss aus, dessen Abessungen nach denjenigen der betreffenden Gegenstände gewählt werden. uweilen fehlt der Deckel (Anlassen der Stahlfedern), um den Erärmungsvorgang bequemer und sicherer beobachten zu können. Immer ber ist derjenige Teil, welcher unmittelbar vom Feuer getroffen wird, ehr dick, um einer entsprechenden Verteilung bezw. Ausgleichung der emperaturen sicher zu sein.

c. Erwärmen mittels aufgespeicherter Wärme.

Die Entnahme der in irgend einem Körper aufgespeicherten Wärme t stets, wenn auch in verschiedenem Grade, mit der Unbequemlichkeit erbunden, dass die entstehende Temperatur innerhalb ziemlich weiter renzen schwankt. In dem Masse, in welchem die aufgespeicherte Wärme erbraucht wird, sinkt die Temperatur der wärmeabgebenden Oberflächen nd mindert sich somit die in der Zeiteinheit abfliessende Wärmemenge,

---

[1]) Für Schmelzfarben: D. p. J. 1884, **254**, 339 m. Abb.

[2]) Z. d. V. d. I. 1871, 385 m. Abb.
D. p. J. 1881, **242**, 309; 1882, **243**, 407 m. Abb.
D. R. P. No. 36124; Z. d. V. d. I. 1886, S. 963 m. Abb.

wie auch die zu erzielende Temperatur. Man macht daher von diesem Erwärmungsverfahren nur dann Gebrauch, wenn Nebenvorteile jenen Übelstand übersehen lassen.

Es mögen folgende drei hierher gehörende Werkzeuge, bezw. Verfahren als Beispiele erwähnt werden.

α. Lötkolben sind kupferne Körper, welche die am anderen Orte aufgenommene Wärme zum Schmelzen des Lotes, selten zu anderen Erwärmungszwecken abgeben sollen. Die hohe Wärmeleitungsfähigkeit des Kupfers sorgt für annähernde Gleichartigkeit der Temperatur in einem Kupferstück, selbst wenn demselben an einer Stelle seiner Oberfläche weit mehr Wärme entzogen wird, wie an den übrigen Stellen. Der Widerstand, welcher der Wärmeabgabe der Kupferoberfläche an die umgebende Luft entgegengesetzt wird, ist nun verhältnismässig gross, während die Wärmeüberleitung an Metalle bei unmittelbarer Berührung sehr leicht von statten geht. Man kann somit gewissermassen der im Kupferkörper aufgespeicherten Wärme den Weg für ihren Abfluss vorschreiben, wenn auch daneben ein gewisser als Verlust zu betrachtender Teil der Wärme durch Strahlung und Leitung an die umgebende Luft abgegeben wird.



Fig. 134.

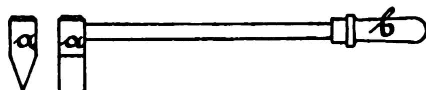


Fig. 135.



Fig. 136.

Soll eine grössere Fläche erwärmt werden (Zusammenschmelzen der Knotenpunkte der Bleifenster u. dergl.), so benutzt man zur Wärmeabgabe die Endfläche eines walzenförmigen oder vierkantigen Körpers *a*, Fig. 134; soll die Erwärmung längs einer sehr schmalen Fläche stattfinden, so gestaltet man den Kolben *a* keilförmig, Fig. 135, und soll sie endlich auf eine sehr kleine, rundliche Fläche sich erstrecken, so gestaltet man den Kolben *a* nach einer Pyramide oder einem Kegel, Fig. 136. Behufs Handhabug der Kolben versieht man jeden mit einem eisernen Stiel nebst hölzernen Handgriff *b*. Der Stiel steht entweder winkelrecht zur Längenrichtung des Kolbens (Hammerkolben Fig. 135) oder in der Verlängerung derselben (Spitzkolben, Fig. 134 und 136).

Die Lötkolben haben, gegenüber der Lötflamme (s. S. 164) den wesentlichen Vorzug, dass sie gestatten, das Lot dahin zu schieben, wo es gebraucht wird. Man trägt sogar das Lot, welches durch Anlegen

s Lötkolbens geschmolzen ist, an die Lötstelle, indem eine gewisse enge an dem Kolben haften bleibt. Diese Annehmlichkeiten sichern n Lötkolben für das Weichlöten erfolgreichen Mitbewerb gegenüber n Lötflammen. Man hat nun die soeben angedeuteten Vorteile mit njenigen der Lötflammen (welche stetiges Arbeiten gestatten) zu vernigen gesucht, indem man auf die Rückseite des eigentlichen Kolbens ne Flamme wirken lässt, deren Wärme durch ihn hindurch an die rbeitsstelle geleitet wird[1]).

Hierher sind ihrer Wirkungsart nach auch zu rechnen: die Kräuselcheren der Haarkräusler, die am Feuer erwärmten Wollkämme u. dergl.

β. Heisse Beilagen benutzt man fast nur beim Umgestalten durch ressen und zwar sowohl der Gegenstände aus Horn, Schildpat, Holz u. ergl., als auch zum Zweck des Glättens der Gewebe des Filzes u. s. w.

Fig. 137 giebt ein Beispiel der Verwendung für en erstgenannten Zweck. *a* und *b* sind die Flächen er wirkenden Presse. Das umzugestaltende Horn . B. ist zwischen die beiden Messingformen oder esenke *c* gelegt, unter bezw. über welchen die eissen Beilagen *d* Platz finden. *e* ist eine Beilage, welche die Einwirkung der beweglichen Pressfläche *b* rmöglicht, und *f* ein das Ganze umschliessender Rahmen. Hier hat die Erwärmung durch heisse Beiagen den Vorteil gegenüber einer anderweiten vorerigen Erwärmung des Werkstückes, dass die höchste Erwärmung des Werkstückes der Umgestaltung deselben unmittelbar zu gute kommt, während bei letzt rwähntem Verfahren wegen unvermeidlichen Wärmeerlustes eine vorherige höhere, jedenfalls dem Werkstück gefährlichere Erwärmung, als die für die Umgestaltung erforderliche, angewandt werden musste.

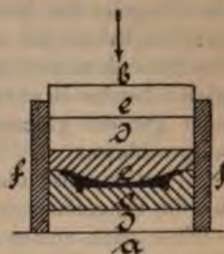


Fig. 137.

Besser eingerichtete Gewebe- und Filzpressen versieht man häufig mit hohlen Beilagen, durch welche stetig heisses Wasser oder Dampf strömt.

γ. Die Glühbolzen sind, soweit sie zur Erwärmung der Glättwalzen verwendet wurden, nahezu verdrängt durch den eine gleichmässigere Temperatur liefernden Dampf; sie kommen noch in Anwendung ei Bügeleisen, Tollgerätschaften u. dergl.

Für andere Zwecke ist das Erwärmen durch aufgespeicherte Wärme och mehr zurückgegangen, als für die erwähnten. Glaskühlöfen werden ur noch ausnahmsweise dementsprechend benutzt und eine neuere Emfehlung[2]) des Verfahrens dürfte ihm nicht auf die Beine helfen.

E. Das Erwärmen mittels des elektrischen Stromes

rwähne ich hier nur der Vollständigkeit halber.

Siemens hat denselben zum Metallschmelzen benutzt[3]), indessen t das Verfahren bisher keinen Boden gewonnen. Das Gleiche gilt von all's elektrischem Lötkolben.[4])

[1]) Gaslötkolben: D. p. J. 1880, **237**, 188 m. Abb.; 1881, **239**, 176 m. Abb.; 82, **244**, 109 m. Abb.

Benzinlötkolben: D. p. J. 1882, **244**, 111 m. Abb., **246**, 405 m. Abb.; 85, **256**, 213 m. Abb.

[2]) D. R. P. No. 35227, D. p. J. 1886, **260**, 409 m. Abb.

[3]) D. p. J. 1882, **246**, 462 m. Abb.

[4]) D. p. J. 1881, **241**, 318.

F. Rückblick auf die verschiedenen Erwärmungsverfal

Aus den bisherigen Erörterungen geht genügend deutlich he dass nur der Schachtschmelzofen die Wärme des Brennstoffes in güm Weise ihrem eigentlichen Zwecke dienstbar macht. Nächst dieser dt die Flamm-Glühöfen, solange sie stetig im Betriebe erhalten bleiben für anderweitige Ausnutzung der Abwärme gesorgt wird, als spa bezeichnet werden können.

Die freie Flamme verliert unter Umständen viel Wärme (Strahlung und Leitung an die Luft; die Abwärme ist überhaupt in nennenswertem Masse auszunutzen.

Im allgemeinen ist die mittelbare Erwärmung, soweit die wertung der im Brennstoff enthaltenen Wärme in Frage kommt, ar günstigsten. Man muss nämlich, was sofort zu erkennen ist, ausse des Tiegels, der Muffel, des Einsetzkastens eine wesentlich höhere peratur haben, als innerhalb dieser Hüllen, wenn die Erwärmung, das Schmelzen mit einiger Geschwindigkeit von statten gehen soll. gleich rasche Erwärmung wie bei unmittelbarer Berührung der Fl oder gar des glühenden Brennstoffes mit dem Werkstück ist überl ausgeschlossen.

Sofern aber die Umgebung der betr. Hülle viel wärmer sein als die Umgebung des Arbeitsstückes, so ist naturgemäss auch der Wi verlust nach aussen für die Zeiteinheit grösser als bei dem unmittel Erwärmen. Die Zeit, während welcher dieser grössere Wärmev stattfindet, ist ebenfalls grösser, also der Wärmeverlust im ganzen bedeutender, als bei der unmittelbaren Erwärmung. Das macht sic so mehr geltend, je höher die erforderliche Temperatur selbst ist. benutzt daher die mittelbare Erwärmung da, wo andere Rücksichte die auf den Brennstoffverbrauch sie gebieterisch fordern, oder Nebe stände den grösseren Brennstoffverbrauch gerechtfertigt erscheinen l

So werden die Schachtschmelzöfen fast nur für Gusseisen verwe nur einige Werke schmelzen in derselben Bronze und andere ge wertiges Glas. Die Flammöfen dienen — ausser zum Erwärmen grö Eisenteile — zum Schmelzen der Bronze und des Stahles. Beide M werden aber, um sie noch mehr, als im Flammofen möglich ist, vor Einfluss der Verbrennungsgase zu schützen, in grösserem Umfang Tiegel geschmolzen und das Schmelzen des Glases findet sogar häu im Tiegel (Hafen) als auf der Sohle des Flammofens (in der Wa statt. Bei niedrigeren Temperaturen sind die Wärmeverluste au reits angegebenen Gründen weit geringer als bei höheren, so dass bereits geringe Nebenumstände entscheidend sein können. Ich eri an die Vorteile, die der freien Flamme gegenüber daraus erwachsen, man beim Lötkolben mit dem Werkzeuge, welches das Lot an s Ort bringt, auch die Wärme dahin leitet, an die Feuersgefahr, v bei der Erwärmung der zu biegenden Fassdauben durch freie Fla entsteht, gegenüber der Erweichung derselben im kochenden Wasser Wasserdampf, an die grössere Gleichförmigkeit der Erwärmung im setzkasten gegenüber derjenigen im Schmiedeherd.

Es mögen diese Hinweise Anleitung geben zu der von Fall zu Fall ·derlichen Entscheidung der Frage, welches Schmelz- bezw. Erwärmungs- ıhren zur Erreichung eines bestimmten Zweckes unter Berücksich- ng der Nebenumstände das empfehlenswerteste ist.

G. Die Zustandsänderungen bei dem Erwärmen der Werk- ke.

Die Wärmezufuhr kann nur durch die Oberfläche der Werkstücke finden; sie findet hier einen gewissen Widerstand, welcher durch den peraturunterschied der fragl. Oberfläche gegenüber ihrer Umgebung wunden wird, dergestalt, dass unter sonst gleichen Umständen um ehr Wärme in das Werkstück überfliesst, je grösser der Temperatur- rschied, das Wärmegefälle, ist. Eine genaue Verfolgung des Vor- es ist z. Z. noch unthunlich, weil man das Gesetz, nach welchem der meübergang namentlich bei höheren Temperaturen stattfindet, noch ; genau genug kennt. Die in die Oberfläche des Arbeitsstückes ein- ıngene Wärme verteilt sich vermöge seiner Wärmeleitungsfähigkeit denjenigen Stellen desselben, welche eine niedrige Temperatur be- n: es ist auch hier ein gewisses Wärmegefälle erforderlich, um der Wärmeleitung entgegenstehenden Widerstände zu überwinden. rösser das Wärmegefälle (Temperaturunterschied zu Wegeslänge der meleitung) ist, um so mehr Wärme wird durch denselben Wegquer- tt geleitet; es scheint die Menge der in der Querschnittseinheit fort- teten Wärmemenge, also die Geschwindigkeit der Leitung im geraden ältnis zum Wärmegefälle zu stehen. Natürlich ist die Wärmeleitung ngig von der Natur der leitenden Körper; es folgt hier, um Gelegen- zum Vergleichen zu bieten, eine Zusammenstellung der Wärme- ngsfähigkeit λ verschiedener Stoffe für das Gefälle $\frac{1^\circ}{1\ mm\ \text{Leitungslänge}}$ rhalb 1 Sekunde durch 1 *qm* Fläche in Wärmeeinheiten.

Würde man im stande sein, die Vorgänge mathematisch zu verfolgen,

meleitungsfähigkeit λ für 1 *mm* Leitungslänge, 1 *qm* Querschnitts- fläche, 1 Sekunde in Wärmeeinheiten.[1])

Stoff	Temperatur	λ	Beobachter
ɒinium . . .	0°	34,35	Lorenz
" . . .	100°	36,19	"
mon	0°	4,42	"
, ...	100°	3,96	"
. . . .	7°	7,19	H. F. Weber
. . . .	15°	7,93	Kirchhoff u. Hansen
. . . .	0°	8,36	Lorenz
. . . .	100°	7,64	"
. . . .	0°	19,88	Ångström

[1]) Grösstenteils der physik. Tab. von Landolt u. Börnstein entn.

Stoff	Temperatur	λ	Beobachter
Eisen	100°	14,17	Ångström
„	—	16,88	Neumann
„	0°	16,65	Lorenz
„	100°	16,27	„
Schmiedeisen . .	0°	20,70	Forbes
„ . .	50°	17,72	„
„ . .	100°	15,67	„
„ . .	150°	14,47	„
„ . .	200°	13,57	„
„ . .	275°	12,40	„
„ . .	39°	14,85	H. Weber
Puddelstahl . .	15°	14,18	Kirchhoff u. Hansen
„ . .	15°	13,75	„
Bessemerstahl . .	15°	9,64	„
Kadmium	0°	22,13	H. F. Weber
„	0°	22,00	Lorenz
„	100°	20,45	„
Kupfer (eisenhaltig) .	0°	98,23	Ångström
„ „ .	100°	83,31	„
„	—	110,8	Neumann
„ (käufliches) .	0°	81,90	H. F. Weber
„ (phosphorhaltig)	15°	41,52	Kirchhoff u. Hansen
„	0°	71,98	Lorenz
„	100°	72,26	„
Magnesium . . .	0° bis 100°	37,60	„
Quecksilber . . .	50°	1,77	Ångström
„ . . .	0°	1,48	H. F. Weber
„ . . .	50°	1,89	„
Silber	0°	109,60	„
Wismut	7°	1,08	„
„	0°	1,77	Lorenz
„	100°	1,64	„
Zink	—	30,71	Neumann
„	0°	30,56	H. F. Weber
„	15°	25,45	Kirchhoff u. Hansen
Zinn	0°	14,46	H. F. Weber
„	15°	14,46	Kirchhoff u. Hansen
„	0°	15,28	Lorenz
„	100°	14,23	„
Messing	—	30,20	Neumann
„ (käufliches) .	0°	15,00	H. F. Weber
„ gelb . . .	0°	20,41	Lorenz
„ „ . . .	100°	25,40	„
„ rot . . .	0°	24,60	„
„ „ . . .	100°	28,27	„

Stoff	Temperatur	λ	Beobachter
er	—	10,94	Neumann
. . . . . .	—	0,57	"
. . . . . .	—	0,26	De la Rive
. . . . . .	—	0,28	Forbes
. . . . . .	—	0,05	"
. . . . . .	60°	0,045	Beetz
olle, zerteilt .	—	0,0043	Forbes
gepresst	—	0,0083	"
rn, Bienenwachs	—	0,0087	"
sierter Gummi	—	0,0089	"
holz, Spiegel- ung . . .	—	0,0088	"
holz, Längen- ung . . .	—	0,030	"
ne von Kiefern- gepresst . .	—	0,012	"
Quarzsand .	—	0,013	"
. . . . .	—	0,014	"
. . . . . .	—	0,016	"
hle	—	0,029	"
mmi . . .	—	0,029	Stefan
. . . . . .	—	0,040	Forbes
Längenricht. .	—	0,072	"
. . . . .	—	0,081	"
. . . . . .	40,8°	0,1555	Lundquist
. . . . . .	10°—18°	0,154	Winkelmann
. . . . . .	0°	0,12	H. F. Weber
. . . . . .	23,7°	0,14	"
he	—	0,017	Versch. Beob.
ulver . . .	—	0,025	" "
sene gebrannte Erde . .	—	0,042	" "
Koke .	—	0,072	" "
. . . . . .	—	0,073	" "
nte Erde . .	—	0,14 bis 0,22	" "
inmauer . .	—	0,19	" "
niger Kalkstein	—	0,3 bis 0,55	" "
Koke . . .	—	1,4	" "

de diese Zusammenstellung unmittelbar zur Bestimmung einiger fern dienen können. Leider fehlt daran noch viel; die bisherigen e einer rechnerischen Behandlung sind nur als solche zu betrachten.[1])

Vergl.: Redtenbacher, der Maschinenbau, Bd. 2, S. 397, München 1868. Ferrini, Technologie der Wärme, deutsch v. M. Schröter, S. 341, Jena 1878. Droncke, Einleitung in die analytische Theorie der Wärmeverbreitung, 1882.

Fig. 138 giebt das Verhältnis der Temperaturen bildlich wieder. Die Temperatur ausserhalb des Werkstückes sei T, diejenige in der Oberfläche desselben t und diejenige in einer Tiefe x von der Oberfläche abgemessen t_x. In dem einfachen Fall, dass der Weg der Wärme von der Oberfläche bis zu dem um x weiter belegenen Punkte und über diesen hinaus überall gleichen Querschnitt hat, verläuft die Schaulinie, welche die Temperaturen angiebt als Gerade. Heisst das Wärmegefälle η, so ist:

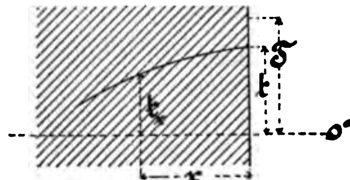


Fig. 138.

$$\frac{t - t_x}{x} = \eta.$$

Nennt man ferner die Wertziffer für die Wärmeleitung λ, und den Querschnitt der Wärmeleitung f, so ist die sekundlich übertragene Wärmemenge W:

$$W = \eta . \lambda . f = \frac{t - t_x}{x} . \lambda . f$$

d. h. die Wärmemenge W ist um so grösser, je grösser λ und $t - t_x$ ist. Je grösser aber die in der Sekunde von der Oberfläche in das Innere des Werkstückes geleitete Wärmemenge ist, um so grösser muss $T - t$ sein, d. h. bei gegebener Temperatur T ist die Oberflächentemperatur des Werkstückes um so kleiner, je grösser λ und $t - t_x$ ist. Genau richtig sind die obigen Formeln nur für den Beharrungszustand, d. h. wenn t wie t_x sich während der in Rede stehenden Zeit nicht ändern — was in Wirklichkeit nie vorkommt — immerhin dürften sie den Vorgang übersichtlicher machen.

Sie lassen auch erkennen, dass $t - t_x$, d. h. die Temperaturverschiedenheiten im Innern des Werkstückes um so kleiner ausfallen, je grösser das Wärmeleitungsvermögen λ ist.

Endlich kann man aus ihnen entnehmen, dass für den Fall grossen Leitungsvermögens $T - t$ sehr gross werden kann, wenn der Eintrittsstelle der Wärme gegenüber der letzteren reichlicher Abfluss gewährt wird.

Eine mit Wasser gefüllte Zinnschale schmilzt nicht, wenn man ihren Boden der stärksten Schmiedefeuerhitze aussetzt.

Liegt sonach die Absicht hoher Erwärmung vor, so müssen derartige, zufällig vorhandene Wärmeabflüsse verstopft werden (Bedecken des nur von einer Seite zu erwärmenden Gegenstandes mit Stoffen geringer Wärmeleitungsfähigkeit); will man dagegen die Erwärmung beschränken, so führt man absichtlich einen solchen Wärmeabfluss herbei (Kühlen der Feilenangeln, damit sie bei dem Härten der Feilen weich bleiben). Der Wärmeabfluss durch die Körperoberfläche wird besonders gefördert, wenn er in eine die betr. Oberfläche unmittelbar berührende tropfbare Flüssigkeit stattfindet, und namentlich ist es das Wasser, welches sich, teils wegen seiner grossen Einheitswärme, teils durch die zu seiner Verdampfung erforderlichen Wärme hinsichtlich seines Aufnahmevermögens auszeichnet. (Vergl. die weiter unten gegebenen Wertziffern für die

Wärmeüberführung aus einer Flüssigkeit durch eine Wand in eine andere Flüssigkeit.)

Jedenfalls bringt eine Erwärmung verschiedene Temperaturen in dem Werkstück hervor, und die Verschiedenheit, das Gefälle der Temperaturen ist um so grösser, je mehr Wärme man durch die Flächeneinheit einführt, d. h. je rascher man die Erwärmung vollzieht. Die stärker erwärmten Teile versuchen dementsprechend sich mehr auszudehnen als die ihnen benachbarten, mit ihnen verbundenen weniger warmen, wodurch Spannungen entstehen, welche eine gegenseitige Verschiebung der Teile anstreben, ja nicht selten eine Trennung herbeiführen. Das ist meistens lästig. Es kann durch die entstehende Spannung eine Verschiebung der kleinsten Teile erfolgen, das Gefüge verändert werden, welchen Vorgang die vorhandene Temperatur erleichtert. Das schmiedbare Eisen insbesondere, und zwar das im flüssigen Zustande (Flusseisen und Flussstahl) mehr als das geschweisste (Schweisseisen und Schweissstahl) erhält, namentlich infolge mehrfachen, raschen und starken Erwärmens ein grobkristallinisches Gefüge, es wird verbrannt; einige Gegenstände verziehen sich vorübergehend oder, wenn die Elasticitätsgrenze überschritten wurde, dauernd, zuweilen zerspringen sie sogar. Zur Vermeidung dieser Übelstände ist langsames bezw. möglichst gleichmässiges Erwärmen anzuwenden. Zu hohe Erhitzung der Metalle schädigt, sofern sie nicht bis zur Schmelzung fortgesetzt, oder sofern nicht eine mechanische Bearbeitung nachfolgt, welche ein Zusammendrücken der Teilchen bewirkt, deren Gefüge immer. Insbesondere wird Flusseisen und Flussstahl, welche bei sehr hoher Temperatur zu brüchig sind, um gehämmert oder ausgewalzt zu werden, regelmässig durch Überhitzen mehr oder weniger unbrauchbar.

In manchen Fällen macht man jedoch von diesen Erscheinungen nützlichen Gebrauch (wenig elastische Stoffe wie Gusseisen, Zink u. s. w., mehr noch solche Stoffe, welche die Wärme schlecht leiten, wie Quarz, Glas, Erze u. s. w. erwärmt man rasch, um das Gefüge behufs demnächstiger Zertrümmerung zu lockern, oder auch ohne weiteres ein Bersten herbeizuführen; vergl. auch das Absprengen des Arbeitsstückes von der Glasmacherpfeife, das Aufsprengen oder einfach Sprengen der zur Fensterglasdarstellung bestimmten Glastrommeln u. dergl.).

Obgleich die Kunde des mechanischen Aufbereitens chemische Vorgänge möglichst unbeachtet lassen soll, um die mechanischen, bezw. physikalischen deutlicher erkennen zu lassen, so ist doch nicht wohl zu vermeiden, an diesem Orte einige derselben zu erwähnen. Dahin gehört die Erscheinung des Kohlenstoffaustausches seitens des Eisens. Kohlenstoffarmes Eisen nimmt, in kohlenstoffreicher Umgebung geglüht, von letzterer Kohlenstoff auf (vergl. das S. 201 über das Einsetzen Gesagte) und umgekehrt giebt das Eisen an eine kohlenstoffarme Umgebung in der Glühhitze von seinem Kohlenstoffgehalt ab (vergl. das S. 201 erwähnte Tempern). In sauerstoffreicher Flamme erhitzter Stahl verliert demzufolge an seinem Kohlenstoffgehalt, so dass infolge vielfacher Wiederholung derartigen Erhitzens der Stahl seine Härtbarkeit (s. w. u.) einbüsst, oder verbrennt. Dieses Verbrennen des Stahles darf mit dem w. o. erwähnten, welches in der Veränderung des Gefüges besteht, nicht verwechselt werden.

. . .nung der einzelnen Erwärmungs-
-neigung der Wärmeverluste sein
. . . zu berechnen, was schon weite
. . . ausser stande diejenigen Wärm
. . . Betrieben stattfinden, voraus zu b
. . . Wärmeübertragung durch feste Wän
. . . Seiten der letzteren sich nicht ände
. . . Beharrungszustandes so weit, dass
. . . ergeleitete Wärmemenge mit einiger (
. . .[1].

. . . höhere Temperaturen, bezw. grosse Te
. . . Ausdrücke aufzustellen[2]), jedoch fe
. . . stätigung durch die Ergebnisse ausgedehnte

. . . Wertziffern für die Wärmeübertragung an
. . . Bezeichnung bezeichnet k diejenige Wärmeme
. . . durch 1 *qm* Wandfläche bei 1° Temperat
. . . übertragen wird. Für niedrige Temperatu
. . . die Wärmeübertragung im geraden Verhält
. . . wächst.

. . . für gemauerte Wände.

. . .gang von Luft (oder Rauch) in Luft.

. . . zugekehrte Wände.		Scheidewände	
. . .steinm.	Bruchsteinm.	Backsteinm.	Bruchsteinm
. . .	—	2,20	—
. . .86	—	1,62	2,14
	2,45	—	-
. . .27	2,12	1,23	1,74
	1,87	—	—
. . .05	—	—	—
. . .	1,68	—	—
. . .86	—	—	—
	1,52	- -	—
. . .74	—	—	—
. . .	1,39	—	—
	1,28		—
0,66	—	—	—
. . .	1,18	—	—
0,59	—	—	—

[1] Hermann Fischer: Handbuch der Architektur, Teil III, Bd. 4, S.
[2] W. Siemens, Erhaltung der Sonnenenergie. Berlin 1885, S. 143.

β. Wertziffern k für dem Freien zugekehrte hölzerne 'hüren und Bretterwände.

Dicke in *cm*	Eichenholz	Tannenholz
2	2,92	2,24
4	2,2	1,5

γ. Wertziffern k für dem Freien zugekehrte senkrechte ;lasfenster.

Einfache Fenster : $k = 5$

Doppelfenster : $k = 1,77$.

δ. Wertziffern k für wagerechte Einschliessungsflächen:

infache Bretterdecke, unter derselben die wärmere Luft . $k = 2$

ewellerte und geschalte Decke, unter derselben die wärmere Luft . . . . $k = 0,5$

esgl. über derselben d. wärmere Luft . . . . $k = 0,8$

ewölbte Decke mittlerer Stärke, unter derselben die kältere Luft . . . . $k = 0,7$

infache Oberlichtfenster . . . . $k = 5,4$

oppelte desgl. . . . . $k = 2,6$

ε. Wertziffern k für verschiedene andere Wände[1]).

us Luft oder Rauch durch eine etwa 1 *cm* dicke Thonplatte in Luft oder Rauch . . . . . $k = 5$

esgl. durch Gusseisen oder Eisenblech desgl. . $k =$ 7 bis 10

esgl. desgl. in Wasser oder umgekehrt . . . $k =$ 13 „ 20

us Wasserdampf durch eine guss- oder schmiedeiserne Wand in Luft . . . . $k =$ 11 bis 18

us Dampf durch eine metallne Wand in Wasser $k =$ 800 bis 3 500 [2])

us Dampf durch eine Metallwand in Luft (nach Isherwood):

nackte Wand . . . . $k = 14,3$

Vand mit 6,5 *mm* dicker Filzdecke . . . . $k = 5,1$

„ „ 12,7 „ „ „ . . . . $k = 2,8$

„ „ 19 „ „ „ . . . . $k = 2,0$

„ „ 25 „ „ „ . . . . $k = 1,5$

„ „ 50 „ „ „ . . . . $k = 1$

Vand mit 15 bis 30 *mm* dicken anderen gebräuchlichen Umhüllungen . . . . $k =$ 1 bis 2

Verdichten des Gefüges.

Das Verdichten des Gefüges, bezw. das Herbeiführen der Erhärtung fordert Wege, welche denjenigen entgegengesetzt sind, die zum Lockern

[1]) Die Wärmeüberführung wird sehr stark durch die Bewegungsverhältnse der Flüssigkeiten geändert: vergl. D. p. J. 1878, 227, 209; Z. d. V. d. I. 2, S. 431; 1884, S. 762.

[2]) Vergl. Z. d. V. d. I. 1884, S. 462.

bezw. Erweichen dienen. Die betreffenden Verfahren und Einricl mögen in den drei Gruppen: Verdichten durch Wärmeentziehung Trocknen und durch Druck zusammengefasst werden.

4. Verdichten durch Wärmeentziehung oder Kühle

a. Die Vorgänge, welche das Abkühlen der Körper begleit unmittelbar verwandt mit denjenigen, welche bei dem Erwärm treten. Da der Wärmeabfluss ausschliesslich durch die Oberfläch findet, indem man dieser gegenüber eine niedrigere Temperatur bringt oder walten lässt, so müssen innerhalb des in Kühlung beg Körpers verschiedene Temperaturen herrschen, und zwar in de desselben die höchste, in der Oberfläche die niedrigste und zwische beiden ausgezeichneten Stellen von innen nach aussen abnehmend damit verbundenen Spannungserscheinungen will ich hier eben allgemein besprechen wie die Erörterungen über die Wärmeve (vergl. S. 205) wiederholen, sondern mich darauf beschränken einzelnen Verfahren darauf hinzuweisen.

b. Das Erhärten geschmolzener Körper bietet ausgiet legenheit hierzu, indem bei ihm im allgemeinen die Temperaturvers heiten, wie auch die Verschiebbarkeit der Teilchen am grössten

Fig. 139 sei der Schnitt einer Kugelgussform. Der Hohl derselben nimmt die demn Kugel auf, während der Ei zum Einfüllen des geschn Stoffes dient. Letzterer gie dem Eingiessen oder Giessen an die Wandungen der Fc so dass schliesslich die Auss der Kugel durch Erstarren e Manche Stoffe (das grau Giessereiroheisen, das das Wismut und das A ebenso wie das Wasser be dehnen sich im Augenblic Erstarrens aus. Handelt

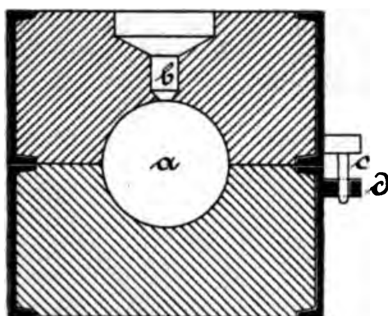


Fig. 139.

im vorliegenden Falle um derartige Stoffe, so drängt die ents Kugelfläche gegen die Fläche der Form, deren Gestalt dabei sch sich übertragend; es wird aber gleichzeitig der Rauminhalt de ein wenig vergrössert, so dass wenn das flüssige Kugelinnere n dem flüssigen Inhalte des Eingusses in freier Verbindung steht, ei von letzterem zur Ergänzung des Kugelinhaltes nach unten fliess starrt dagegen der Eingussinhalt eben so früh oder früher als die mantelfläche, so kann ein solches Nachfliessen nicht stattfinden, auch ausgeschlossen ist, sobald die Zusammenziehung in regelr Weise, d. h. mit der Temperaturabnahme stattfindet. Das E setzt sich allmählich von aussen nach innen fort, wobei immer di

nach aussen liegenden Schichten in der Abkühlung, also auch im Schwinden voreilen, bis schliesslich der Körper, nach völliger Abkühlung durchweg gleiche Temperatur angenommen hat. Die Abnahme der Temperaturunterschiede folgt naturgemäss der Abnahme der Temperatur, d. h. die Voreilung des Schwindens der äusseren gegenüber den inneren Schichten wird stetig kleiner. Die Zugspannungen, welche dadurch entstehen, dass die inneren Schichten im Verlauf des Abkühlens mehr zu schwinden suchen als die äusseren, bereits härter gewordenen gestatten wollen, vergrössern sich mehr und mehr und verursachen je nach Umständen folgende Erscheinungen: Treten sie mit entsprechend grosser Kraft auf, während die erstarrte Oberfläche noch wenig widerstandsfähig ist, so erzeugt sie Einbiegungen der letzteren, das sogenannte Saugen; gestattet es die Gestalt des gegossenen Gegenstandes, so wird den Spannungen durch Gestaltsänderung, das Werfen nachgegeben; ist keiner dieser beiden Vorgänge möglich, so bleiben entweder die Spannungen im vollen Umfange bestehen, dadurch die Widerstandskraft des Gegenstandes gegen äussere Kräfte schwächend, oder es erfolgt ein Bruch.

Die genannten Übelstände treten, wie oben bereits angedeutet, bei denjenigen Stoffen, welche im Augenblicke des Erstarrens sich ausdehnen, in geringerem Masse auf, als bei solchen, deren Zusammenziehen dem Abkühlen stetig folgt. Graues Roheisen eignet sich aus diesem Grunde (zu welchem indes noch andere treten) wesentlich mehr zu Gussware als weisses und wird deshalb meistens Gusseisen genannt. Um das Nachsacken des flüssigen Eisens zu fördern, wird wohl eine Schmiedeisenstange in den Einguss geschoben und fortwährend auf und nieder bewegt, wodurch man wiederholt neue hoch erwärmte Eisenteile in den Einguss, kältere in das Innere des Gussstückes bringt, also den Einguss so lange als möglich offen hält und gleichzeitig die Abkühlung im Innern des Gussstückes fördert.

Um die Temperaturverschiedenheit möglichst herabzudrücken, also die oben erwähnten Übelstände zu mindern, giesst man den geschmolzenen Stoff bei möglichst niedriger Temperatur und sorgt für langsame Abkühlung. Der Zweck des ersteren Verfahrens ist ohne weiteres klar, derjenige des zweiten leicht zu durchschauen, indem das Temperaturgefälle (s. w. o.) um so kleiner ist, je langsamer der Wärmeabfluss stattfindet. Nicht selten werden die erstarrten, aber noch glühenden Gegenstände in Öfen gebracht, um ihre Abkühlung mit der nötigen Langsamkeit durchsetzen zu können (Glaskühlöfen); diese sind dann häufig so eingerichtet, dass die zu kühlenden Gegenstände allmählich aus den heisseren Teilen der Öfen in die kühleren fortrücken. (Vergl. S. 171.)

Bemerkenswert ist das sogenannte Heissgiessen des Zinns. Die betreffende (metallene) Gussform wird vor dem Eingiessen des Zinns bis fast zur Schmelztemperatur des letzteren erhitzt (indem man z. B. die Form in das geschmolzene Zinn taucht) und dann, nach dem Eingiessen oder auch während desselben durch nasse Tücher oder dergleichen gekühlt, und zwar die vom Einguss entferntesten Teile zunächst und allmählich vorschreitend die ihm näher liegenden Teile der Form, so dass das flüssige Zinn stets mit dem flüssigen Inhalte des Eingusses in Verbindung bleibt. Das rasche Kühlen ist unbedenklich, weil die Gegenstände regelmässig geringe Wandstärken haben.

Dem Werfen der Gegenstände, wie dem Entstehen der dasselbe herbeiführenden Spannungen tritt man zuweilen dadurch entgegen, dass man den Gussstücken möglichst gleichförmige Querschnitte giebt, oder doch für allmähliche Übergänge sorgt und dass man die Abkühlung regelt, so dass die dünneren Teile nicht rascher sich abkühlen als die dickeren. Das erfordert indessen grosse Geschicklichkeit.

Endlich aber wird nicht selten dem Werfen ein gewisser Spielraum gewährt, um das Zerspringen oder das gefährliche Zurückbleiben grösserer Spannungen zu hindern. Riemenrollen wie Räder werden in diesem Sinne mit gekrümmten Armen versehen, deren Biegsamkeit die Verschiedenheit des Schwindens von Kranz und Nabe ausgleicht; auch bringt man mittels Dammbleche Sprengfugen an, d. h. solche Stellen, welche in so hohem Masse geschwächt sind, dass sie grossen Spannungen nicht zu widerstehen vermögen. Zu dem Zwecke werden mit Graphit oder dergl. bestrichene Bleche, Dammbleche, welche den Querschnitt der Gussstücke fast völlig durchschneiden, an die betr. Stellen der Gussform gelegt. Selbstverständlich sind nachträglich diese künstlich geschaffenen schwachen Stellen gehörig zu verstärken. Manche Gussstücke werden in gleichem Sinne in Teilen gegossen und dann zusammengefügt.

Unter dem Namen Schwinden versteht man die Abnahme der Abmessungen der Gussstücke von dem Augenblicke ihres Erstarrens (Abmessungen der Form) bis zur Abkühlung auf die gewöhnliche Lufttemperatur. Der Grad des Schwindens ist nicht allein von der Natur des betreffenden Stoffes, sondern auch von den Abkühlungsvorgängen abhängig, was die obigen Erörterungen erklären. Nach Karmarsch betragen die Schwindmasse:

für Gusseisen (dunkles $^1/_{125}$, hellfarbiges $^1/_{63}$)	etwa	$^1/_{97}$
„ Messing, $^1/_{80}$ bis $^1/_{50}$	„	$^1/_{64}$
Glockengut	„	$^1/_{63}$
Bildsäulenbronze $^1/_{170}$ bis $^1/_{72}$	„	$^1/_{120}$
Stück- und Kanonengut	„	$^1/_{130}$
Zink, $^1/_{97}$ bis $^1/_{65}$	„	$^1/_{80}$
Blei, $^1/_{104}$ bis $^1/_{86}$	„	$^1/_{92}$
Zinn, $^1/_{173}$ bis $^1/_{120}$	„	$^1/_{147}$

der Länge.

Man macht dementsprechend die Gussformen grösser, als die Gussstücke werden sollen.

c. Das Erkalten stark erhitzter Gegenstände ist von ähnlichen Erscheinungen begleitet. Das wesentlichste Mittel zur Minderung der Spannungen besteht im langsamen gleichmässigen Abkühlen, welches nicht selten durch vorheriges gleichmässiges Erwärmen unterstützt wird.

d. Das Härten soll umgekehrt eine gewisse Spannung, eine solche Zwangslage der kleinsten Teilchen herbeiführen, dass zahlreiche Teilchen, womöglich der gesamte Körper sich der Verschiebung jedes seiner Teilchen widersetzt. Das Verhalten des gehärteten Glases dürfte sich zur Erklärung der Erscheinungen, welche durch das Härten (plötzliches Abkühlen) herbeigeführt werden, am besten eignen. Versucht man den Schwanz *a* einer Glasträhne, Fig. 140, abzubrechen, so findet man viel grösseren Widerstand, als wenn man einen ebenso dicken Stab gewöhnlichen, gut d. h. sehr langsam gekühlten Glases ebenso behandelt. In dem Augenblicke, in welchem der Bruch des Schwanzes eintritt, zerfällt der ganze Körper unter heftiger Erschütterung (man pflegt bei diesem Versuch den Körper der Glasthräne mittels mehrfacher Lederlagen anzufassen) in Sand.

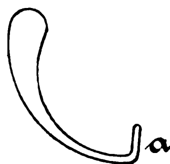


Fig. 140.

De Luynes glaubt[1]) diese Erscheinung auf Spannungen zurückführen zu sollen, welche an der Übergangsstelle zwischen dem Schwanz und dem eigentlichen Körper der Glasthräne vorhanden sind, indessen widerspricht dieser Annahme die Thatsache, dass schraubenförmig gebogene Glasstäbchen von überall gleichem Querschnitt sich gerade so verhalten, wie die eigentlichen Glasthränen, wenn sie vorher ebenso behandelt wurden wie letztere und ferner der Umstand, dass die Erscheinungen genau dieselben sind bei dem Zerbrechen des Hartglases[2]), auch wenn dessen Gestalt keine Querschnittsverschiedenheiten enthält, z. B. als Fensterglas.

S. Z. verschaffte ich mir mehrere gehärtete Glasgegenstände. Dieselben sind bis auf ein Stück (Trinkglas) bei Versuchen in Sand zerfallen, das letztere muss sich jedes Jahr gefallen lassen, gelegentlich des betr. Vortrages so heftig auf den Fussboden geworfen zu werden, dass es mehr als 1 *m* hoch emporschnellt. Wie lange seine Dauerhaftigkeit noch währt, muss abgewartet werden; thatsächlich sind häufig Hartglasgegenstände scheinbar ohne jede äussere Veranlassung in Sand zerfallen, wodurch das Vertrauen zu ihnen stark erschüttert ist.

Die Thatsache, dass das kohlenstoffarme oder Schmied-Eisen (weniger als 0,05 % Kohlenstoffgehalt) durch plötzliches Abkühlen keine merkbare Erhärtung erfährt, während die Härtung des kohlenstoffreicheren Eisens (mehr als 0,05 % bis höchstens 2,3 % Kohlenstoffgehalt verleiht den Namen Stahl, noch grösserer Kohlenstoffgehalt bis höchstens 6 % den Namen Roheisen nach Umständen Gusseisen) durch das plötzliche Abkühlen an Härte bedeutend zunimmt und zwar der Stahl um so mehr, je grösser sein Kohlenstoffgehalt ist, hat zu der Auffassung geführt, dass die betreffende Erscheinung auf der Umwandlung des graphitischen Kohlenstoffes in Härtungskohle beruhe[3]). Ich glaube deshalb auf diese Erklärung nicht eingehen zu sollen, weil, wenn sie richtig wäre, die Erklärung der Glashärtung wie auch der Federkielhärtung[4]) eine andere sein müsste, als diejenige des kohlenstoffreichen Eisens. Schott hat, soviel mir bekannt ist, zuerst eine gut verfolgbare Erklärung des Vorganges des Härtens gegeben[5]). Nach dieser erstarrt der Körper von der Oberfläche ab, während das Innere noch flüssig ist, oder es ist jede der Oberfläche näher liegende Schicht weniger warm, als die tiefer liegende. Das Grössenverhältnis der einzelnen Schichten richtet sich, solange der Körper noch die hierfür erforderliche Weichheit besitzt, nach dem Temperaturgefälle. Schwindet hierauf das Temperaturgefälle mit der gleichmässigen Abkühlung des Ganzen, so müssen in den äusseren Schichten Druck-, in dem Innern Zugspannungen entstehen, die um so grösser ausfallen, je grösser das Temperaturgefälle war, d. h. je rascher die Abkühlung stattfand. Vermöge dieser Spannungen muss die Verschiebung eines einzigen Teilchens diejenige aller oder doch der meisten anderen

[1]) D. p. J. 1873, **209**, 397.
[2]) De la Bastie, D. p. J. 1875, **215**, 186.
Engl. Pat. No. 2783, vom 12. Aug. 1874.
[3]) Vergl. Fr. Reiser: das Härten des Stahles, Leipzig 1881, S. 60.
[4]) Prechtl, technol. Encyklop. 1834, Bd. 5, S. 484.
[5]) D. p. J. 1875, **216**, 75.

nach sich ziehen oder umgekehrt: der Verschiebung eines Teilchens widersetzen sich gleichzeitig zahlreiche.

Man kann die Schott'sche Anschauung auch mit dem Verfahren vergleichen, welches angewendet wird, dickwandige Gefässe gegen grosse innere Spannungen widerstandsfähig zu machen (Ringgeschütze), indem man die Wand aus einzelnen Ringen bildet, die nacheinander warm aufgezogen werden und bei dem Erkalten aufschwinden.

Übrigens ist der scheinbare Widerspruch, welcher in dem Umstande gefunden wird, dass das Vermögen des Eisens, durch plötzliches Abkühlen hart zu werden, von der Gegenwart einer gewissen Kohlenstoffmenge abhängt, während beim Glase und dem Federkiel ähnliches nicht nötig ist, recht wohl durch die Deutung zu lösen, dass die gegensätzliche Beweglichkeit der kleinsten Teilchen durch die Gegenwart des Kohlenstoffes erheblich gemindert wird. Ist doch die Geschmeidigkeit des kohlenstoffarmen Eisens erheblich grösser als diejenige des Stahles oder gar des Gusseisens. Die Erscheinung, dass das Härten des Stahles im wesentlichen durch die Temperaturabnahme von etwa 1000° bis etwa 400° stattfindet, bedarf zu ihrer Erklärung nicht der Thatsache, dass die Bildung der Härtungskohle nur bei entsprechend hoher Temperatur stattfindet. Es liegt viel näher, an die gegensätzliche Verschiebbarkeit der kleinsten Teilchen zu denken, die bei Stahl bei etwa 400° eine sehr geringe geworden ist, so dass das Eintreten der weiter oben erwähnten Spannungen ohne weiteres sich erklärt[1]).

Übrigens behält plötzlich abgekühlter oder gehärteter Stahl einen etwas grösseren Rauminhalt, als ihm vor dem Härten bei gleicher Temperatur eigen war[2]).

Im allgemeinen ist die entstehende Härtung um so grösser, je rascher die Abkühlung erfolgt. Gleichzeitig steigert sich aber aus leicht ersichtlichen Gründen die Gefahr des Werfens, bezw. diejenige des Berstens, auch die Sprödigkeit. Es liegt sonach nahe, die Härtung nur in dem Grade stattfinden zu lassen, welcher für den bestimmten Zweck erforderlich ist.

Am durchsichtigsten sind in dieser Beziehung die von F. Siemens angewendeten Verfahren zum Härten des Glases[3]).

Es soll im allgemeinen ein möglichst gleichmässiges Kühlen angewendet werden, d. h. nicht im Verhältnis zur Oberfläche des betreffenden Werkstückteiles, sondern im Verhältnis zum Raumgehalt, d. i. zum Wärmegehalt desselben stattfinden. Das Ziel soll auf folgenden drei Wegen erzielt werden:

α. Presshärtung für platte Gegenstände. Man legt die zu härtenden im Flammofen erhitzten Gegenstände zwischen zwei kalte Platten und presst diese fest zusammen. Die Pressplatten werden, je nach dem Grade der beabsichtigten Härtung, aus Kupfer, Eisen bis herab zu Thon verfertigt. Die hierdurch zu erzielende grösste Härtung soll die Ritzung mittels Diamant unmöglich machen (?), aber das Feinschleifen und natürlich das Ätzen gestatten.

β. Halbhartglas für Glasgegenstände, insbesondere Gefässe verwendbar,

---

1) Hinsichtlich der verschiedenen Deutungen des Härtungsvorganges vergl. Reisert, a. a. O. und D. p. J. 1875, **218**, 274; 1876, **221**, 436, 518; 1884, **251**, 97 m. Abb.; 1885, **255**, 1, 56; **258**, 170.

2) Vergl. u. a. D. p. J. 1874, **213**, 158.

3) D. p. J. 1879, **233**, 315.

gleichförmige Wandstärke haben. Das Werkstück wird in einer Büchse nd mit dieser der Abkühlung durch die freie Luft ausgesetzt. Dabei ir gesorgt, dass das Werkstück innerhalb der Büchse überall von Luft ist, um vermöge der Beweglichkeit der letzteren Ungleichheiten der wegung an der Aussenseite der Büchse möglichst vorzubeugen (vergl. 6 über Muffeln Gesagte). Fig. 141 stellt eine solche Büchse mit Inhalt chtem und wagerechtem Schnitt dar. Die Büchse ist aus Blech ge- nd mit einem Blechdeckel versehen. Drei Bleche winkelförmiger Ge- so eingenietet, dass sie der zu härtenden Flasche sowohl in senk- ls auch in wagerechter Richtung sichere Stützung, so dass rings um die Flasche freie Luftbewegung n kann.





Fig. 141.

Iartguss. Derselbe ist bestimmt für Gegenstände Gliederung, bezw. verschiedener Wandstärke. Man ie Formen aus Stoffen, welche nahezu dasselbe tungs- und Wärmeaufspeicherungsvermögen wie besitzen, als welche Siemens empfiehlt: Porzellan- Glasschmelztiegel, Schwerspat, Magneteisenerz. Die d mit dem in ihr gegossenen Gegenstand erhitzt nn abgekühlt[1]).

h beim Härten des Stahles wie des Gusseisens ufig der Härtegrad durch verschieden rasches n zu erreichen gesucht.

Hartguss wird erzielt, indem man diejenigen der Gussform, welche von den zu härtenden es Gussstückes berührt werden, aus Metall, lere aus Eisen fertigt. Man nennt diese Form- halen (Coquille) und danach auch die erzielte e Schalengussware.

gen der grossen Wärmeleitungsfähigkeit des Gusseisens und der innigen g zwischen dem eingegossenen Eisen und der Form wird die Wärme stückes sehr rasch in die metallnen Formteile übergeführt. Es sei ze hart zu giessen; man möge hierzu eine gusseiserne Form benutzen, ndstärke gleich dem Walzenhalbmesser ist. Der Querschnitt, also auch age kommende körperliche Inhalt der Gussform ist sodann 4 mal so derjenige der Walze. Die Einheitswärme des Eisens ist bis 400° im wa 0,13, so dass die Form, sofern sie bis auf 400° sich erwärmt etwa = 52 W.E. für jedes *kg* aufzunehmen vermag. Da sie 4 mal so t als das Werkstück, so entfallen 4 . 52 = 208 W.E. für jedes *kg* des Jedes *kg* des Werkstückes enthält von der, zu seiner Erwärmung hmelzung verwendeten Wärme bei 400° noch 52 W.E., so dass die ärme des Werkstückes und der Form (von 0° angerechnet) für jedes *kg* en beträgt: 208 + 52 = 260 W.E., also etwas mehr, als bei dem vor- Erwärmen und Schmelzen verwendet wurde.

n ist zwar eine so rasche gleichförmige Durchwärmung des Gussstückes er Form, wie die Rechnung voraussetzt, nicht zu erwarten; in- egt die Ungleichheit, die niedrigeren Temperaturen in den äusseren, die in den inneren Schichten nicht allein in der Form, sondern auch in kstück. In der Nähe der Oberfläche des Werkstückes ist deshalb der fluss für eine ziemlich bedeutende Härtung rasch genug. Der Vorgang igens beleuchtet durch ein Bild des Hartgussquerschnittes, Fig. 142, m Gefüge deutlich erkennen lässt, dass die Härte von der Oberfläche

[1]) Über Härten des Glases sind noch folgende Quellen zu nennen: D. p. **215**, 381, 568; **218**, 181; 1877, **225**, 360; 1878, **229**, 57; 1879, **233**, 314; **)**, 119 m. Abb.; 1885, **258**, 500.

ab, welche mit dem aus Metall bestehenden Formteile in Berührung stand, allmählich geringer wird und in einiger Tiefe verschwindet.

Der Wärmeabfluss von der Oberfläche der Gussform an die umgebende Luft ist so träge, dass er vernachlässigt werden kann. Eine geringere Wandstärke der metallnen Formteile oder Schalen bringt eine geringere, eine grössere Wandstärke hochgradigere Härtung hervor.

Der Grad der Härtung des Stahles scheint weniger von der Temperatur des zur Kühlung desselben benutzten Mittels (man härtet sogar in geschmolzenem Zinn und Blei) an sich, sondern von der Raschheit abzuhängen, mit welcher derselbe auf etwa 400° abgekühlt wird. Die Temperatur des abkühlenden Mittels ist allerdings insofern von Bedeutung, als die Raschheit seiner Wirkung durch dieselbe beeinflusst wird. Die Wärme-Leitungsfähigkeit und die Menge der Wärme, welche die Raumeinheit des zur Kühlung verwendeten Mittels bei 1° Temperaturzunahme zu verschlucken vermag, sind nicht weniger bedeutsam, als die Temperatur selbst.



Fig. 142.

Ein *l* Wasser gebraucht zur Erwärmung um 1° eine Wärmeeinheit, während dieselbe Raummenge Quecksilber weniger als $^1/_2$ Wärmeeinheit verschluckt. Die Wärmeleitungsfähigkeit des Quecksilbers ist aber etwa 10 mal so gross als diejenige des Wassers, so dass dem glühenden Stahl durch Quecksilber die Wärme rascher entzogen wird, als durch Wasser. Die Wärmeleitungsfähigkeit der Fette ist wesentlich geringer als diejenige des Wassers, die Wärmemenge, welche eine Raumeinheit Fett aufzunehmen vermag, jedenfalls nicht grösser als diejenige, welche Wasser unter gleichen Umständen verschluckt, so dass der in Fett erzielte Härtegrad ein niedrigerer ist, als der durch Abkühlen in Wasser gewonnene.

Flüssigkeiten tragen die Wärme nicht allein durch ihre Leitungsfähigkeit, sondern auch durch ihre Beweglichkeit fort. Dünnflüssige Körper (Quecksilber, reines Wasser) wirken deshalb rascher, als dickflüssige. Schmutziges Wasser ist viel weniger geeignet zum Härten, als reines.

In gleichem Sinne wirkt das lebhafte Bewegen des zu härtenden Gegenstandes in der Abkühlungsflüssigkeit, mehr noch, wenn man einen kräftigen Strom der letzteren auf das Werkstück treffen lässt.

Leicht verdunstende Stoffe verlangsamen die Kühlung dadurch, dass eine Dampfschicht den zu kühlenden Körper umschliesst, welche naturgemäss dem Wärmeabfluss bedeutenden Widerstand entgegensetzt. Siedendes Wasser härtet deshalb bei gewöhnlichem Verfahren fast gar nicht, ebensowenig Seifenwasser, weil dieses die Dampfblasen zurückhält. Rasche gegensätzliche Bewegung des Werkstückes gegenüber der Kühlflüssigkeit fördert die Ablösung der Dampfschicht.

Durch sorgfältige Berücksichtigung der erwähnten Umstände ist man im stande, diejenige Härte hervorzubringen, welche verlangt wird. Indessen wird, wegen der Schwierigkeit die einzelnen Umstände genau zu würdigen, meistens ein Weg eingeschlagen, welcher zunächst unvernünftig zu sein scheint: Man giebt dem Werkstück durch rasches Abkühlen in kaltem Wasser einen hohen Härtegrad — setzt dasselbe also allen Gefahren aus, die hieraus erwachsen — und mildert sodann die Härte durch mässiges Erwärmen, das Ablassen oder Anlassen, bis zu dem gewünschten Grade. Der Grund hierfür liegt einfach in der grösseren

Sicherheit, mit welcher der Härtegrad auf diesem Wege erzielt werden kann. Bei Erwärmung des Eisens, bezw Stahles entstehen nämlich auf blanken Stellen die Anlauffarben, welche von den eingetretenen Temperaturen Kunde geben, die so deutlich hinter einander folgen, dass man leicht im gegebenen Augenblick die Weitererwärmung (durch Eintauchen des Werkstückes) unterbrechen kann. Man bezeichnet sogar den Härtegrad nach derjenigen Anlauffarbe, bei deren Eintreten die Erwärmung unterbrochen wurde, obgleich eine solche Bezeichnung nur bedingungsweise zutreffend ist. Es spielt zunächst der Kohlenstoffgehalt eine grosse Rolle.

Reiser liefert[1]) folgende Zusammenstellung der Gussstahlfabrik Kapfenberg.

Marke	Härtenummer	Kohlenstoffgehalt in %	Verwendungszweck	Zulässige Erhitzung behufs des Härtens
Wolframstahl	0	Wolfram 2,306	Ausserordentlich hart; für Dreh- und Hobelmesser, zur Bearbeitung des Hartgusses und hartgelaufener Radreifen, auch für Magnet.	Dunkle Kirschrot-Hitze
Bester Werkzeugstahl	I II III	1,350 1,189 1,010	Sehr hart; für Dreh- und Hobelstähle, Stossmesser, Werkzeuge zum Bearbeiten der Mühlsteine, Grabstichel, naturharte Schermesser zum Warmschneiden.	
	IV V	0,850 0,700	Hart bis mittelhart und zähe; für Bohrstähle, Körner, Fräser, Gewinde-Schneidzeuge, Reibahlen, Hand- und Schrotmeissel, Lochstempel für kalte Metalle, Prägestempel, kurze Schermesser zum Kaltschneiden, Steinbearbeitungswerkzeuge.	Kirschrothitze
Gewöhnlicher Werkzeugstahl	1 2	1,150 1,000	Sehr hart; für Dreh- und Hobelstähle, naturharte Schermesser.	Dunkle Kirschrothitze
	3	0,850	Hart; für Bohrstähle, Steinbohrer auf hartes Gestein, Handmeissel, Stossmesser, Körner, Hammerkerne, kleine Fräser u. dergl.	Kirschrothitze
	4	0,750	Mittelhart und zähe; für Lochstempel, Schrotmeissel auf kalte Metalle, Schermesser zum Kaltschneiden, Polierhämmer, Eisenbohrer.	Kirschrothitze
	5	0,638	Zäh und schweissbar; für Gesenke, Spurpfannen und Zapfen, Federn, Steinbohrer auf wildes Gestein, grosse	Helle Kirschrothitze

[1]) Das Härten des Stahles, Leipzig 1881, S. 43.

Marke	Härtenummer	Kohlenstoffgehalt in %	Verwendungszweck	Zulässige Erhitzung behufs des Härtens
Gewöhnlicher Werkzeugstahl	5	0,638	Blechschermesser, Lochstempel und Schrotmeissel auf warme Metalle, Tabakmesser, Holzbearbeitungswerkzeuge, sowie zum Anstählen feiner Werkzeuge.	Helle Kirschrothitze
	6	0,581	Weich u. leicht schweissbar für Schellhämmer, Ahlen, wundärztliche Werkzeuge u. s. w. sowie zum Verstählen grosser Flächen.	desgl.

Die Benutzung der Anlauffarben lässt die folgende Zusammenstellung erkennen [1]).

Gruppe 1.

Hellgelb etwa 220 bis 230°	Dreh- und Hobelstähle für harten Stahl und Hartguss (0 bis II u. 1); Grabstichel für Stahl und harte Steine (II u. III); Polierhämmer (IV u. 4); Präge- und Pressgesenke (IV, V u. 5); Mühlspurpfannen (V u. 5).
Dunkelgelb etwa 240°	Dreh- und Hobelstähle (I bis III, 1 u. 2) und Bohrstähle (IV, 3) für Stahl und Gusseisen; Reibahlen und Fraiser für Metalle (IV, V u. 3); Sägen für Metalle (V u. 4); Grosse Schmiedehämmer (4 bis 6); Mühlpicken, Kronhämmer (II bis IV); Durchschnitte (V u. 5).
Gelbbraun etwa 255°	Gewindeschneidzeuge (IV, V u. 4); Mühlspurzapfen (5 u. 6); kleine Handhämmer (V, 3 u. 4) und Stossmesser (IV, 2 u. 3).

Gruppe 2.

Braunrot etwa 265°	Gewindebohrer, Schraubenbohrer (IV, V u. 4); Schneidzeuge für Knochen (V u. 4); Locheisen für Leder (V u. 5); Rasiermesser (V u. 3).
Purpurrot etwa 275°	Dreh-, Bohr- und Hobelstähle und Gewindeschneidzeuge auf Eisen und Messing (V, 4 u. 5); Meissel für Holzstecher (V u. 5); Lochstempel für kalte Metalle (IV, V, 3 u. 4); Feilenhauermeissel (III u. IV).
Veilchenblau etwa 285°	Kaltmeissel für Stahl (V u. 3), Schellhämmer [Kopfbilder] (6); Formmesser für Holzbearbeitung und Fräser für hartes Holz (V u. 5); Steinmeissel [Schlageisen] (IV u. 2); Steinbohrer (V u. 3 bis 5); Schrotmeissel für kalte Metalle und Kronbohrer (V u. 4); Lochstempel für warme Metalle, Schermesser und Durchschläge (V, 4 u. 5); Papierschneidmesser, Federmesser (V u. 4); Körner (IV, 3, V u. 4); Holzgewinde- und Fasslochbohrer (5 u. 6); Tabakmesser (IV, V, 4 u. 5).

Gruppe 3.

Kornblumenblau etwa 295°	Kaltmeissel für Gusseisen (V, 3 u. 4); Schrotmeissel für warme Metalle (5); Zündhölzchenhobel, Holzhobeleisen, Holzbohrer, Äxte, Beile, feine Holzsägen, Formmesser u. Fräser für weiches Holz (V, 5 u. 6); Pauk-Schläger (6); Dolche (V u. 5); Tischmesser (V u. 6); Setzstempel für Kesselschmiede (V u. 5); Sensen.

[1]) Reiser, a. a. O., S. 78.

Hellblau etwa 315°	Kaltmeissel für Schmiedeisen (V, 4 u. 5); Holzsägen (5 u. 6); wundärztliche Werkzeuge (V u. 6); Schusterahlen (6); Federn.
au (meergrün) etwa 380°	Die sogenannten „grauen Kärntnersensen".

Kohlenstoffgehalt und künstliche Härtung ergänzen sich sonach, um ɔ, jedem besonderen Zweck angemessene Härte und Zähigkeit hervorringen.

Der Grad der Erweichung hängt nach Jarolimek[1]) nicht allein ı der Temperatur, bezw. der sie kundgebenden Anlassfarbe, sondern :h von der Dauer der Erwärmung ab. Niedrigere Temperaturen erıgen bei entsprechend langer Einwirkung dieselbe Härteabnahme, wie here Temperaturen innerhalb kürzerer Zeit.

Es soll erreicht werden:

die Härte der Anlassfarbe:	bei folgenden Temperaturen, wenn das Anlassen dauert Stunden:				
	1/60	1/6	1	3	10
ılb	225°	150°	125°	110°	100°
'aun	247°	173°	147°	130°	122°
ıt	266°	200°	176°	158°	149°
ılchenblau . . .	286°	232°	212°	196°	185°
au	310°	270°	258°	250°	240°
au	340°	331°	325°	320°	310°
, ...	400°	400°	400°	400°	400°

Jarolimek giebt an, dass er glasharten Stahldraht während Wochen 150° Temperatur (in einem Dampfkessel) ausgesetzt und hierrch ein recht gutes Anlassen erzielt habe; derselbe betont, dass von ı angegebenen Thatsachen zweckmässig Gebrauch gemacht werden lte, da das langsame Anlassen manche Vorzüge vor dem raschen wärmen in sich schliesse.

Über Stahlhärtung und betr. Einrichtungen enthalten — ausser den reits angezogenen — die unten verzeichneten Quellen Eingehenderes[2].)

Verdichten durch Feuchtigkeitsentziehung oder Trocknen.

a. Durch Verdunsten der Feuchtigkeit.

Ganz ähnliche Vorgänge, wie bei der Erörterung des Erhärtens durch 'ärmeentziehung hervortreten, begleiten das Erhärten durch Feuchtig-

[1]) D. p. J. 1885, **255**, 58.

[2]) Härten der Stahlfedern: D. p. J. 1871, **202**, 501 m. Abb.
Härten des Drahtes: D. p. J. 1880, **238**, 290; 1881, **240**, 402; **242**, 452.
Härten der Hohlkörper: D. p. J. 1880, **235**, 183 m. Abb.; 1881, **241**, 34; **242**, 452. Z. d. V. d. I. 1882, S. 95 m. Abb.
Härten der Feilen u. anderer Werkzeuge: D. p. J. 1881, **242**, 452. D. . P. No. **36496**; Z. d. V. d. I. 1886, S. 964 m. Abb.
Härten der Drahtgewebe: D. p. J. 1882, **249**, 233.
Härten der Münzstempel: D. p. J. 1885, **258**, 529.
stellung harter Arbeitsflächen: D. p. J. 1884, **252**, 388; **258**, 132 m. Abb.

Marke

Gew...
lich
We
zei.
st.

...en sind als jene, so haben
... fast gar keine Beachtung
... Erhärten eines rundlichen
... Feuchtigkeit — wie die
... werdenden Stoffen — nur
...schied einer die Oberfläche
... die an deren Innenseite
... bei der Wärme der Tempe-
...terer an erstere u. s. f. ...
... Wärmezu- bezw. Abfluss ...
... Feuchtigkeitsgefälle in
... Feuchtigkeit ein Schwinden.
...eten bei der Verdichtung durch
... Erscheinungen auf, wie bei der
... Auch hier hat man Sorge zu
... Bersten verhüten will, dass der
... ein nur geringes Gefälle der
... Umständen ist — wie dort —

...gang besser zu verfolgen, wie bei
... der Zusammenhang der einzelnen
... Flüssigkeit, insbesondere das Wasser
...endlich kleinen Teilen, bezw. un-
...kungsgebiet derselben welche
... — gesprochen zu werden braucht.
...st zerteilten Thones sind immer-
...schenräume derselben werden durch
...eglichkeit die hier allein in Frage
... der Thonteilchen ermöglicht. Mit
...mindert sich diese Verschiebbarkeit.
... grosser Reibungswiderstand, dass
... genügt, sie zum Folgen des Schwin-
... verbindende Wasser, die betreffenden
... damit bilden sich Risse in dem er-
...htigkeitsgehalt des Thonklumpens in
...en gleichmässig bleiben, so würde eine
...teilchen nicht stattfinden; sie würden
...nahme nähern und gar keine Veran-
... Die völlige Gleichmässigkeit de-
...nicht zu erreichen, solange man über-
... kann man sich derselben durch Ver-
...bigem Grade nähern.

...wandige Glasschmelzhäfen wird, um ...
...weilen die Luft künstlich gefeuchtet, die
... bei trockner Aussenluft und Wind ge-
... wendet man ähnliche Vorsichtsmassregeln
... Handpapier seinen guten Ruf nicht zum
...kung verdankt, welche für dasselbe ange

wendet wird. Umgekehrt trocknet man die Weizenstärke möglichst rasch und zwar so in Papier gewickelt, dass nur eine Seite, oder zwei einander gegenüberliegende Seiten derselben mit der die Feuchtigkeit abführenden Luft in Berührung treten, so dass der betreffende Klumpen winkelrecht zu diesen Flächen zerklüftet wird, Nadeln entstehen.

Andere Beispiele zur Erläuterung des in Rede stehenden Vorganges sind in Fülle vorhanden.

Wenn man den schwachen Kräften der die einzelnen Teilchen zusammenhaltenden Flüssigkeit durch von aussen wirkenden, entsprechend starken Druck zu Hilfe kommt, so vermeidet man das Reissen und auch das Werfen. In diesem Sinne wird der Lehmfussboden wie der Estrich bis zur Erhärtung fleissig geschlagen, das heisse Bügeleisen auf die zu trocknende Ware gedrückt; es tritt in den stark belasteten Fugen eines Bauwerkes eine vorzügliche Erhärtung des Mörtels ein, wenn sie belastet wurden, solange der Mörtel noch weich war, während derselbe in den senkrechten Fugen mürbe bleibt. Weniger nützlich ist der äussere Druck, wenn derselbe während des Trocknens nur zeitweise angewendet wird. Man wolle in dieser Beziehung das Nachpressen der Ziegel, das Pressen des Papieres, nachdem dasselbe teilweise getrocknet ist u. s. w. vergleichen. Die Paarung der Erhärtungsmittel: Feuchtigkeitsentziehung und Druck führt demnach zu besseren Ergebnissen, als die Feuchtigkeitsentziehung allein.

Das Erhärten der Thonwaren durch Brennen derselben beruht zunächst auf der Feuchtigkeitsentziehung. Durch Verlust des erst bei Glühhitze entweichenden Hydratwassers verliert der Thon seine Aufschlemmbarkeit wie Bildsamkeit dauernd und bildet eine steinartige poröse, noch leicht zerreibliche Masse. Mit steigender Temperatur wird der Thon härter, klingend, hat aber zunächst noch einen erdigen Bruch; die Kieselsäure treibt dann die Kohlensäure, das Chlor und die Schwefelsäure aus, bildet mit den Alkalien, dem Kalk und der Magnesia und dem Eisenoxyd, Silikate und diese geben mit dem Thonerdesilikat leichtflüssige Doppelsilikate, der Thon sintert mehr und mehr, bis er endlich schmilzt[1]). Der in Rede stehende Vorgang ist also teils physikalischer, teils chemischer Natur.

Über das Mass des infolge des Trocknens eintretenden Schwindens sind fast keine brauchbaren Zahlen bekannt. Das Schwinden des Holzes ist eingehend untersucht; in der Zusammenstellung der Eigenschaften verschiedener Holzarten des 2. Bandes dieses Werkes werden hierüber zahlreiche Angaben gemacht werden. Hier sei nur erwähnt, dass das Holz in der Längenrichtung wenig schwindet (vergl. S. 5); in der Richtung der Jahresringe schwindet das Holz (von völliger Durchnässung bis völliger Trocknung) im Mittel um $^1/_{10}$ und in der Spiegelrichtung (Richtung der Baumhalbmesser) etwa halb soviel. Der Umstand, dass das Schwinden in diesen beiden Richtungen voneinander erheblich verschieden ist, führt unbedingt zum Werfen des Holzes, wenn man solches nicht gewaltsam verhindert, und fördert das Reissen des Holzes.

---

[1]) Wagner-Fischer, Handbuch der chemischen Technologie, 1[illegible] S. 438. Leipzig 1886.

Karmarsch fand das Schwinden gewöhnlicher Mauerziegel:

	in der Länge	in der Breite	in der Dicke
Durch Trocknen allein zu	7 1/4 %	10 3/4 %	9 3/4 %
Durch Trocknen u. schwaches Brennen zu	8 1/2 %	13 %	14 3/4 %
Durch Trocknen u. starkes Brennen zu	11 3/4 %	23 %	19 3/4 %

b. Das Binden der Feuchtigkeit durch einen chemischen Vorgang findet häufig ohne jede Änderung des Raumgehaltes statt. Es treten sonach auch keine gegensätzlichen Verschiebungen der kleinsten Teilchen während des Erhärtens ein. Hierher gehört vor allen Dingen das Erhärten des Cementes.

Zuweilen tritt eine Raumzunahme auf, z. B. bei dem Erhärten des Rostkittes. Da die betreffenden Vorgänge wesentlich chemischer Natur sind, so ist deren Erörterung an dieser Stelle nicht angebracht.

6. Verdichten durch Druck.

a. Zur Ergänzung der unter 4 und 5 erörterten Verfahren dient der Druck in zahlreichen Fällen, von denen manche bereits angeführt sind, einige noch genannt zu werden verdienen.

Bessemer schlug bereits gegen 1856[1]) vor, die Stahlgüsse dadurch dichter zu machen, dass der noch flüssige Stahl in der Form einem hohen Druck ausgesetzt werde. Die leitende Absicht solchen Verfahrens war und ist noch zu verhüten, dass die im flüssigen Stahl gelösten Gase zur Zeit des Erstarrens frei werden und Blasen in den Gussstücken bilden. Whitworth[2]) will das Angestrebte mittels einer kräftigen Wasserdruckpresse erreichen, in welche die Gussform gestellt wird. Jones und andere[3]) führen hochgespannten Dampf in die nach dem Guss geschlossene Form, W. Siemens[4]) will den Wasserdampf durch die Hitze des Stahles entwickeln lassen und A. Krupp[5]) endlich bringt flüssige Kohlensäure auf den Stahlguss, dessen Form natürlich dicht verschlossen ist. Krupp glaubt 800 *kg* Druck für 1 *qcm* zu erzielen, andere begnügen sich mit 14 bis 130 *kg* für 1 *qcm*, Whitworth aber will mit seiner Presse bis 10000 *kg* für 1 *qcm* des Gussstück-Querschnittes hervorbringen! Letzterer Druck würde noch die Festigkeit dunkelrotwarmen Stahles überwinden.

Auch zur Unterstützung des Härtens, d. h. der Zustandsänderung, welche manche Stoffe durch rasches Abkühlen erfahren, ist empfohlen worden, einen kräftigen Druck auszuüben. Es sei an das F. Siemens'sche Verfahren, Presshartglas zu erzeugen (S. 216) erinnert, welches sich deckt mit dem von Clémandot vorgeschlagenen[6]), nach welchem kirsch-

1) D. p. J. 1872, **206**, 280.
2) D. p. J. 1871, **200**, 417; 1877, **225**, 423 m. Abb.; 1881, **239**, 137.
3) D. p. J. 1879, **234**, 457 m. Abb.; 1881, **239**, 137.
4) D. R. P. No. 12037, Z. d. V. d. I. 1881, S. 730 m. Abb.
5) D. R. P. No. 17056, Wochenschr. d. V. d. I. 1882, S. 95 m. Abb.
6) D. p. J. 1882, **245**, 218.

(...)t glühender Stahl zwischen Metallplatten stark gepresst und unter Druck (e)rkalten soll. Es wird behauptet, dass hierdurch der Stahl hart werde, (o)hne an Zähigkeit zu verlieren.

b. Erhöhung der Dichte an sich fester Stoffe.

Viele Metalle, z. B. Eisen, Kupfer, Messing und andere Stoffe werden (d)ichter und fester, wenn man sie bei gewöhnlicher Temperatur einem (e)ntsprechend hohen Druck aussetzt. Die Grösse des hierzu erforderlichen (D)ruckes ist seiner unteren Grenze nach dahin zu bestimmen, dass der(s)elbe fähig sein muss, eine gegensätzliche Verschiebung der Teilchen her(b)eizuführen.

Durch Hämmern kann man gewöhnlichem Schmiedeeisen eine solche (H)ärte geben, dass es zu Federn verwendbar wird. Kupfer-, Messing- und Bronze(g)egenstände werden nicht selten eingehend gehämmert, um sie hart zu machen. (D)urch Hämmern erhält das chinesische Tam-Tam die vorzügliche Dichte, die (s)eine Klangfülle bedingt.

Durch Ziehen wie Walzen im kalten Zustande erfolgt ebenso eine weit(g)ehende Verdichtung, welche in manchen Fällen nützlich verwendet werden (k)ann. Billing's Stahlstangen, welche 9,5 bis 75 *mm* dick geliefert werden, (v)erdanken ihre Festigkeit z. B. dem Ziehen im unerwärmten Zustande. Ver(s)uche ergaben Folgendes[1]). Zunächst wurde eine 51,6 *mm* dicke Stange, so wie (d)iese aus den Walzen gekommen war, in 8 Stücke zerlegt und eins der Stücke (a)uf seine Zugfestigkeit untersucht. Die Elasticitätsgrenze fand man bei 18 *kg* (B)elastung für 1 *qmm*. Der Bruch trat bei 39 *kg* Belastung ein und die Zu(s)ammenziehung an der Bruchstelle betrug 42,9%. Eins der Stücke wurde durch (ka)ltes Ziehen um 2,4 *mm* dünner gemacht, infolge wessen bleibende Dehnungen (er)st bei 43 *kg* Belastung sich zeigten und der Bruch 49,5 *kg* verlangte. Ein (d)rittes Stück wurde durch kaltes Ziehen um 5,64 *mm* dünner gemacht und (ze)igte sodann 57,6 *kg/qmm* Bruchfestigkeit. Diese Ergebnisse sind glaubwürdig, (d)a beim Ziehen des Drahtes längst ähnliche, teils weitergehende Festigkeits(v)ermehrungen beobachtet worden sind. Es gehört hierher auch das Verdichten (de)r Gewebe des Papieres und der Pappe mittels der Glander, der Mangel (u)nd sonstiger Glättmaschinen. Um die durch den Druck herbeizuführende (V)erschiebung zu erleichtern, werden die genannten Stoffe ein wenig angefeuchtet.

Nicht immer ist die durch Hämmern, Ziehen oder Walzen u. s. w. ent(st)ehende Dichtigkeitszunahme angenehm. Vielfach zwingt dieselbe zur Unter(b)rechung der Arbeit, um durch Ausglühen die weitere Bearbeitung möglich (z)u machen. Der Holzdraht, welcher durch Hobel erzeugt wird, deren Eisen (a)n der Schneide einen grösseren Durchmesser haben als in der Bohrung, durch (w)elche der Holzdraht schlüpfen muss, ist wesentlich dichter als die Hölzchen, (w)elche nach dem schwedischen Verfahren erzeugt sind, so dass die aus (e)rsterem erzeugten Zündhölzer viel weniger leicht sich entzünden als die schwe(d)ischen Hölzchen.

c. Pressen lockerer Stoffe.

Dasselbe bezweckt zuweilen die Vergrösserung der Festigkeit, zu(w)eilen aber nur eine Verminderung des Raumes, welchen sie einnehmen (Packpressen); die stattfindenden Vorgänge sind gleich.

Ein leichtflüssiger Körper, z. B. das Wasser, verbreitet den auf ihn (a)usgeübten Druck nach allen Richtungen gleichmässig. Nicht so ein (z)ähflüssiger Körper: man giesse Sirup in grösserer Menge aus, so wird (m)an finden, dass zunächst ein Haufen entsteht, dessen Höhe sich nur (a)llmählich durch den nach allen Seiten stattfindenden Abfluss verringert.

[1]) D. p. J. 1883, **249**, 92.

...en ist, herrscht ein wesentlich höherer Druck ... und trotzdem findet der Abfluss, die Aus... langsam statt. Durch das Niedersinken ... die Arbeit geliefert werden, welche zur ... erforderlich ist. Da diese (vergl. ... langsamer das gegensätzliche Gleiten ...ausgleichung um so vollständiger, je mehr

...ne andere Körpersammlung aus, so hört ... bleibt die Haufengestalt. Selbst wenn ... drückt, so wird dessen Eigenart nicht ...schungswinkel kleiner. Daraus ist zu ... der Ruhe, welche zwischen den Teilchen ... Körpersammlungen herrscht, sowohl den ...ungshöhe als auch den von aussen hin... ...gegentritt, also die gleichmässige Aus... ...rt. Nur wenn man das Ganze so derb ... gegensätzliche Verschiebung der Teilchen ...mählich der Druck zur Geltung; es gleiten ...gen Erschütterung auch im Sinne der während ... wirkenden Kräfte (vergl. S. 148). ... welche fliessen, durch entsprechende Dauer ...ndige Druckausgleichung herbeizuführen, bei ... Länge der Zeit allein nicht [1]).

...em Erschüttern schliessen sich viele Sammelkörper ... enger aneinander. In diesem Sinne rüttelt ...nägel, Cement und dergleichen, während sie ge...melkörper die Fässer möglichst völlig ausfüllen, ...öglichst gut auszunützen, sondern auch um ein ... Verfrachtung (der entstehende Hohlraum würde ... Füllung Veranlassung geben) zu verhüten.

...urch Versuche sehr leicht, dass die Ungleich... mit dem Abstande von der Stelle, auf welche ...ausgeübt wird, wächst und presst daher, wenn ... gleich sein soll, in möglichst geringer Schichten-

Aufstampfen des Bodens, der Sandgussformen, ... Sauerkohls u. s. w., indem man den Stoff schichten...schicht für sich dichtet; das geschieht beim Ballen... ...- und Kohlenziegel, indem man diese mässig dick

...ringe Gleichartigkeit der Dichte, so kann man ... ... Schichtenhöhen anwenden, z. B. beim Pressen ... der Baumwolle, Hede, des Garns u. s. w. ... der Zusammendrückbarkeit sind wenig Angaben be... hier folgende Zahlen an, aus denen hervorzugehen

[1] ...druck und Bewegungserscheinungen im Innern trocknen ... Ingen. u. Arch. Ver. 1882, S. 111.

ιeint, dass einer grossen Zahl verschiedenartiger Körper durch Pressung ιe und dieselbe Dichte gegeben werden kann. Leider sind in der ιelle[1]) die bei den betreffenden Versuchen angewendeten Pressungen cht genannt.

Benennung der Stoffe	Gewicht eines *cbcm* vor der Verdichtung, *gr*	Gewicht eines *cbcm* nach der Verdichtung, *gr*
Kleie	0,208	1,040
Getreideschrot	0,416	1,120
„Ground Feed"	0,416	0,960
Maismehl	0,560	1,040
White Pine, Sägespäne . . .	0,080	0,960
„ „ Späne	0,040	0,960
Yellow Pine, Sägespäne . . .	0,096	1,040
„ „ Späne	0,048	1,040
Lohe	0,216	1,024
Baumwolle	—	0,895
Heu, Stroh, Gras	0,064	1,040
Heu in gewöhnlichen Ballen .	0,224	1,040
Bitumenhaltiger Kohlenstaub .	0,800	1,280

Heu soll auf $^1/_4$ des ursprünglichen Raumes zusammengedrückt ʼerden[2]) so dass sein Einheitsgewicht von 0,05 auf 0,2, bezw. von ,075 auf 0,3 gebracht wird. In der zweiten der angezogenen Quellen t eine weitere Verdichtung vorgesehen, vermöge welcher das Einheitsewicht auf 0,4 *gr* f. 1 *cbcm* gebracht werden soll. Damit würde die ichte, welche in der amerikanischen Quelle angegeben ist, noch lange icht erreicht sein. Leider fehlen auch Angaben über den für diese eringere Verdichtung erforderlichen Druck.

Bei Dederick's Heupresse (s. w. u.) soll das Einheitsgewicht des epressten Ballen 0,375 betragen.

Für gepressten Hopfen wird[3]) als Einheitsgewicht 0,65 angegeben.

Die Exter'schen Torfziegel (s. w. u.) sollen 1,27 *gr* für 1 *cbcm*, las zu ihrer Herstellung benutzte Torfpulver 0,2 bis 0,4 *gr* wiegen.

Andererseits findet man Angaben über die Höhe des angewendeten Druckes bei dem Pressen des Heues und der Baumwolle[4]) zu ∼ 100 *kg* für 1 *qcm*, ohne Angabe der erzielten Verdichtung. Für Kohlen-, bezw. Torfziegel werden angegeben: bei Exter[5]) 60 *kg* bis 200 *kg* f. 1 *qcm*, bei Billan[6]) 50 *kg* f. 1 *qcm*; bei Hilt[7]) werden mindestens 200 *kg*

[1]) Scientific american, Supplem. No. 394, Juli 1883, S. 6283.
[2]) D. p. J. 1871, **201**, 98; 1874, **213**, 184 m. Abb.
[3]) D. p. J. 1879, **231**, 510.
[4]) D. p. J. 1878, **229**, 122 m. Abb.
[5]) D. p. J. 1859, **154**, 347 m. Abb.
[6]) D. p. J. 1882, **245**, 109; 1886, **259**, 167 m. Abb.
[7]) D. p. J. 1880, **235**, 165.

f. 1 *qcm* verlangt und in anderer Quelle [1]) angegeben, dass 200 bis 300 *kg* f. 1 *qcm* angewendet würden.

Ernste Beachtung verdienen beim Verdichten die in den Gemengen vorhandenen oder sich bildenden Gase. Bei den lockerern entweicht die Luft, da die Pressräume zahlreiche Spalten enthalten, ohne weitere Umstände. In anderen Stoffen, z. B. im Thon eingeschlossene Luft ist nur schwierig zu entfernen. Der in Rede stehende Umstand entscheidet oft allein für die Beibehaltung der Handarbeit, d. h. des schichtenweisen Aufstampfens, namentlich wenn eine gleichförmige Dichte Bedeutung hat. Bei dem Pressen wird naturgemäss auch die Luft zusammengedrückt, und nach Aufhebung des grossen Druckes sucht sich dieselbe wieder auszudehnen, wobei sie entweder — der mildeste Fall — den gepressten Gegenstand verunstaltet, oder ihn geradezu zerreisst. Die angewendeten Mittel — einerseits in dem Pressraum, andererseits im Freien mündende Luftwege — nützen nur, wenn man dem Luftaustritt Zeit, ja viel Zeit gewährt und stören durch das unvermeidliche Verschmieren. Man knetet deshalb nicht selten die zu pressenden Gegenstände vorher, oder lässt mehrere Pressungen mit Unterbrechungen aufeinander folgen, lediglich um der Luft Gelegenheit zum Austritt zu gewähren.

Wenn der Gegendruck lediglich durch Reibung des Gepressten im Pressraum (Exter, Evrard) geboten wird, so tritt eine ziemlich grosse Erwärmung ein, bei welcher flüchtige Stoffe vergasen und den durch Pressung erzeugten Körper zersprengen, sobald er die Presse verlässt. Hiergegen schützt man sich durch besondere Kühlvorrichtungen [2]).

Schliesslich mögen einige Quellenangaben folgen, welche in Rücksicht auf die Ausführung des Pressens geordnet sind. Solches Pressen, welches ausschliesslich der Gestaltung gewidmet ist, habe ich dabei vernachlässigt, obgleich dasselbe vielfach, ja meistens in derselben Weise ausgeführt wird wie das Pressen, bei welchem das Verdichten alleiniger oder doch Mitzweck ist.

Vermutlich wird zuerst das Verdichten durch Druck in geschlossenem Raum, in einer Zelle, einem Kasten oder Fass ausgeführt worden sein, weshalb ich die hierher gehörende Pressverfahren voransetze.

Die Zellen- oder Kastenpresse wird vielfach zum Verdichten des Heu's, der Baumwolle, der Wolle, des Tabaks, Hopfens u. dergl. verwendet [3]) und zwar sowohl als Hebel-, insbesondere Kniehebel-, als Schrauben- wie als Wasserdruckpresse. Wegen der sehr wei gehenden Zusammendrückung des Stoffes und des von Nichts allmählich sich steigernden Widerstandes wird vielfach auch die Kraft der Press stufenweise gesteigert, oder man übergiebt den Ballen hintereinande

---

[1]) D. p. J. 1879, **232**, 97 m. Abb.

[2]) D. p. J. 1883, **250**, 203.

[3]) Ingersoll: D. p. J. 1871, **201**, 98 m. Abb.; Weldon: D. p. J. 1872, **205**, 93 m. Abb.; Leduc-Vic: D. p. J. 1874, **213**, 184 m. Abb.; Albaret: D. p. J. 1878, **228**, 315 m. Abb.; Burr: D. p. J. 1878, **229**, 422 m. Abb.; Taylor: D. p. J. 1878, **229**, 122 m. Abb.; D. p. J. 1879, **231**, 510; D. R. P. No. 2252; Dean D. p. J. 1879, **232**, 505 m. Abb.; Cummin: D. p. J. 1886, **260**, 496 m. Ab

mehreren Pressen verschiedener Stärke. Von Bedeutung für die dem vorliegendem Zweck dienende Presse sind auch die Mittel, welche zum Binden der fertigen Ballen dienen, indem letztere in vielen Fällen sich nach Aufhebung des Druckes erheblich ausdehen würden, wenn man nicht durch vorheriges Binden (mittels Schnüre, Draht oder Bandeisen) solches hinderte. Andere Packpressen unterliegen im allgemeinen denselben Anforderungen.

Die Ziegelpressen für nahezu trocknen Thon[1]) und die Pressen für Kohlenklein, Torf u. dergl.[2]) sind selten so einfach wie die vorigen, indem sie mehr Rücksicht auf denjenigen Zeitaufwand nehmen müssen, welcher zum Einbringen des zu verdichtenden Stoffes und zum Ausheben des gebildeten Ziegels oder Ballens erforderlich ist. Solche Pressen, welche nur mit einer oder zwei festen Presszellen ausgerüstet sind,[3]) dienen im allgemeinen nur dem Kleinbetrieb; einige der in den angezogenen Quellen beschriebenen Pressen sind jedoch so geschickt angeordnet, dass sie recht wohl mit den später anzuführenden, welche mit beweglichen Zellen ausgerüstet sind, auch für den Grossbetrieb in eine Linie zu treten vermögen. Die Presszelle ist meistens mit beweglichem Boden versehen, dessen Verschiebbarkeit entweder zum Ausheben des gepressten Ziegels dient, oder nur zur Freilegung der von ihm gebildeten Zellenwand, so dass der Press-Kolben zunächst die Pressung vollzieht und dann — unter Umständen nach geringem Rückgang um den Zellenboden seine Verschiebung zu erleichtern — den Ziegel herausdrückt.

Bei Handbetrieb verwendet man Hebel oder Schrauben für die Bewegung des Presskolbens, bei Kraftbetrieb Hebel bezw. Krummzapfen oder Wasserdruck, auch wohl Dampfdruck. Wasser- wie Dampfdruck gewähren den hohen Vorzug, dass der Grad der Pressung unabhängig ist von der Menge des Presszelleninhaltes, liefert aber verschieden dicke Ziegel. Die Ziegel, welche unter Benutzung einer Kurbel gewonnen

---

[1]) Von Hellmer-Wien 1834 zuerst vorgeschlagen und demselben 1835 patentiert (Gewerbebl. für Hannover 1842, S. 302).

[2]) Ältere Litteratur über Torfpressen: D. p. J. 1880, **237**, 116.

[3]) Ziegelnachpressen: Clayton: D. p. J. 1870, **196**, 115 m. Abb. Versch. 1879, **232**, 15 m. Abb. Schlickeysen: 1879, **234**, 285 m. Abb.; 1881, **240**, 13 m. Abb.; 1881, **242**, 180 m. Abb. D. R. P. No. 9136, 11286, 13562. Hoffmann-Duerberg: D. R. P. No. 12581; Bund-Stoll: D. R. P. No. 7783. Johnson: Engineering, Juni 1884, S. 543 m. Abb.

Schiesspulverpressen: D. p. J. 1883, **249**, 121 m. Abb.; 462 m. Abb.; 465 m. Abb.; **250**, 155 m. Abb.; 1884, **251**, 119 m. Abb.; **252**, 155 m. Abb.; 1885, **257**, 137 m. Abb.

Pressen für Thon- und Kohlenziegel: Clayton: D. p. J. 1872, **203**, 271 m. Abb.; Gregg-Brick Co.: D. p. J. 1879, **232**, 21 m. Abb.; Reif-Schmidt: D. R. P. No. 7849; Elliot-Walker: D. R. P. No. 9307; Hedrich: D. R. P. No. 12616 u. 14211; Matern: D. R. P. No. 12411, D. p. J. 1881, **242**, 178; Weber: D. R. P. No. 18702, D. p. J. 1882, **246**, 20 m. Abb.; Picard: D. R. P. No. 22088; Czerny: D. R. P. No. 33010, D. p. J. 1886, **260**, 164 m. Abb. Durand-Marais bezw. Dupuis: D. p. J. 1875, **218**, 296 m. Abb.: 1883, **248**, 317 m. Abb.; Fawcett: Iron, Okt. 1885, S. 347 m. Abb.; Daelen; Z. d. V. d. I. 1863, S. 209 m. Abb.

f. 1 *qcm* verlangt und in anderer Quelle [1]
f. 1 *qcm* angewendet würden.

Ernste Beachtung verdienen beim V
vorhandenen oder sich bildenden Gase.
Luft, da die Pressräume zahlreiche Sp
stände. In anderen Stoffen, z. B. im
schwierig zu entfernen. Der in Red
allein für die Beibehaltung der H
Aufstampfens, namentlich wenn ei
Bei dem Pressen wird naturgemäs
nach Aufhebung des grossen Dr
dehnen, wobei sie entweder —
Gegenstand verunstaltet, oder i
Mittel — einerseits in dem Pr
Luftwege — nützen nur, wen
gewährt und stören durch das
deshalb nicht selten die zu
mehrere Pressungen mit U
um der Luft Gelegenheit

Wenn der Gegendr
Pressraum (Exter, Ev
Erwärmung ein, bei
Pressung erzeugten K
Hiergegen schützt ma

Schliesslich m
sicht auf die Ausf
welches ausschlies
nachlässigt, obgl
ausgeführt wir
oder doch Mit

Vermutli
Raum, in ei
weshalb ich

Die Z
Heu's, der
wendet [3]
Schrau
gehend
sich s
stufen

aber verschieden grosse
iner grösseren oder ge
erschieden dicht. Es ist
Stoffes einzufüllen (vergl
gel die Krummzapfen
nen als die Wasserdruck
eiden, ist man sogar genötig
n und Krummzapfen zu er
e einzuschalten.

entweder in einem um ein
Tisch angeordnet, wobei di
e Zellenplatte dreht sich u
gleichlaufende Achse [2]) oder di
wagerechte Achse kreisenden Walz
Winkel mit der Drehachse bildet [3]
Vorteile eigen, auf die hi
Gemeinsam zeichnen sie si
gleichzeitig das Einfüllen des zu Ve
Zelle) und das Ausstossen d
stattfindet, also die Leistungsfähi

dass man den Zellenkörper in d
Allerdings ist diese Entlastu
der Reibung des Ziegels an d
des Pressens als auch namentli
durch die Standhaftigkeit des Zelle
muss. Und diese Reibung ist nic

———

, 177 m. Abb. (Krummzapfen); Hick:
Wasserdruck): Stubb: D. p. J. 1877, 226, 38
die steigende Laufschiene gehoben); Vani
115 m. Abb. (Daumen u. Hebel); Socié
de la Méditerranée: D. p. J. 18
Wasserdruck): Bernhardi: D. p. J. 1879, 234, 1
J. 1881, 239, 162; Merkelbach-Des
J. 1881, 242, 177 (Krummzapfen); Co
J. 1883, 247, 159 m. Abb.; 1884, 254,
D. R. P. No. 15799 (Handhebel); Soucha
Sayn: Portefeuilles des Machines, (
Portefeuilles des Machines, Mai 1881, m. A
1879. 234, 102 m. Abb.; 1881, 239, 162
D. R. P. No. 19213 (Wasserdruck); Dick
1884. 251, 154 m. Abb. (Krummzapfen).
(Krummzapfen).
D. p. J. 1883, 247, 160 m. Abb. (Kru

97 m. Abb. (Krummzapfen); John
The Engineer, Mai 1885, S. 417 m.
D. R. P. No. 33352, D. p. J. 1886, 260, 164 m.

93
18
1
D

ᐧntzt, um allein dem Druck des Kolbens in dem ᐧr die Verdichtung nötig ist![1])
ᐧr-Presse; in derselben bezeichnet *a* den ᐧnzapfenwelle *c* aus hin und her bewegten ᐧn seiner ganzen Länge allgemein gleichen ᐧurch Niederdrücken des Deckels *e* eine ver- jedem Vorstoss des Kolbens (etwa 18 *cm*) wird ᐧn (etwa 21 *cm* breiten und 7 *cm* hohen) Kanal ᐧt setzt der folgenden Ladung einen entsprechenden ᐧurch letztere dichter wird und kräftiger gegen die drückt, als die früheren. Die hierdurch gesteigerte

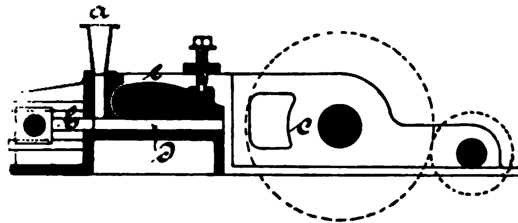


Fig. 143.

ᐧung hemmt das Fortgleiten der nun folgenden Ladung noch mehr und veranlasst dadurch eine noch weitere Verdichtung u. s. w., so dass nach wenigen Kolbenstössen die zum gewünschten Verdichtungsgrad erforderliche Pressung ausgeübt werden kann. Jede Ladung wird auf etwa 2 *cm* zusammengedrückt; nach Angaben in der ursprünglichen Quelle[2]) beträgt der schliesslich erzielte Druck gegen 200 *kg* für 1 *qcm*.

Zur Kennzeichnung des entstehenden Druckes sei noch angeführt, dass bei Evrard's Presse — die nur in Einzelheiten sich von der Exter'schen unterscheidet — trockne Staubkohle einen 8 *cm* weiten, innen ausgebohrten und polierten eisernen Presskanal bei 35 bis 40 *cm* Press- bezw. Reibungslänge zersprengte. Die Press- oder Reibungslänge darf sonach ein gewisses Mass nicht überschreiten, muss insbesondere der Eigenart des zu pressenden Stoffes angepasst sein. Exter hat nun, um die Regelung des Widerstandes jederzeit durchführen zu können, den Deckel *e*, Fig. 143, einstellbar gemacht und später ist vorgezogen, ihn nicht durch eine Schraube, sondern durch einen belasteten, nachgiebigen Hebel nieder zu drücken[3]). Die einzelnen Ladungen legen sich als getrennte Schichten hintereinander; Exter und seine Nachfolger erzielten so ohne weiteres handliche Ziegel; Evrard strebte die Bildung grösserer Stücke an, und suchte den Zusammenhang zwischen den einzelnen Schichten durch Riefung der Presskolbenfläche zu erreichen.

---

[1]) Exter: Patent f. d. Königreich Hannover vom 8. Jan. 1857; D. p. J. 1859, 154, 344 m. Abb.
Evrard: D. p. J. 1859, 154, 326 m. Abb.
[2]) Henneberg's Journal für Landwirtschaft 1858. S. 469 m. Abb.
[3]) Exter-Sachsenberg: Z. d. V. d. I. 1883, S. 252 m. Abb.
D. p. J. 1883, 250, 201 m. Abb.

sind
Pre
rin
nu
w.
pr
pr
ei
m

s
l
Z

...mann's Kaffeepresse [2]) u
... wesentlich nur soweit, als
... verlangen als der Torf

... schichtenweise Aufstampfe
... An einer beispielsweise
... Flügel angebracht, welche
... und den lockern Stoff auf
... ler mit kleinen Unterbrechu
... bezw. zwischen dieselben
... werden fortwährend neue, d
... zeitliches Zurückweichen zwi
... treten stattfinden muss.
... fahren die Sand-Mantelform
... en Form drehte sich die mit Fl
... Formsand eingeworfen wurde, h
... denselben Gedanken zum g
... des Kerns und ähnlicher Ausfüh
... Köllner's Mehlpack-Masch
... n ihrem Orte, während das Blei
... ht. Bei Geisenberger u. Pica
Torf u. s. w. [5]) pressen die schra
... den gewöhnlichen Thonschnei
endlich ersetzt die schraubenförm
... en Flügel durch Walzen.

... urch Ausfüllen der Poren.

... cht zu erkennen: der die Poren
... derselben gegenseitig ab, und mir
... Teilchen des demgemäss behand
... dann in vollem Masse der Fall, v
... wendete Stoff sich überall anlegt
Der Füllstoff muss, um in die P
... er soll an seinem neuen Orte erhä
... s bezw. physikalisches Erhärten
... mit Raumverminderung verknüpft
... den vorliegenden Zweck ein Füllstoff
... hemischen Vorganges ohne Verlust s
... reiche derartige Stoffe sind zum H

1878, **229**, 236 m. Abb.
1882, **245**, 317 m. Abb.
1881, **242**, 326 m. Abb.
Abb.
... 1857, S. 202 m. Abb.
Abb.
Abb.
... 1882, **245**, 108.
... iegelpressen: D. p. J. 1876, **221**, 17; **22**

natürlicher wie künstlicher Steine, auch des Holzes vorgeschlagen; ihrer Natur nach gehört ihre Erörterung nicht hierher.

Die Poren nachgiebiger Stoffe lassen sich jedoch ganz ausfüllen mittels solcher Stoffe, die beim Erhärten schwinden, wenn während des Erhärtens der Füllstoffe von aussen ein Druck ausgeübt wird, welcher die Porenwandungen zwingt, dem Schwinden der ersteren zu folgen.

Strebt man nur eine mässige Verdichtung an, so kann von der hervorgehobenen Forderung abgesehen werden: die Poren erster Ordnung werden alsdann mit Stoffen gefüllt, welche Poren zweiter Ordnung umschliessen.

In letzterem Sinne verwendet man das Leimtränken, d. i. oberflächliche Dichten des Holzes durch ein- oder mehrfaches Auftragen einer dünnen, warmen Leimlösung. Auch das gewöhnliche Schlichten der Kettengarne und Leimen des Papieres gehört hierher.

Die Schlichte (für Leinen- und Baumwollgarn: aus Mehl oder Stärke oder anderen geeigneten Stoffen gekochter Kleister, für Wolle: dünner Leim) wird, bei kleinen Betrieben dem auf dem Webstuhl ausgespannten Kettengarn aufgebürstet und dort getrocknet. Dieses Verfahren verursacht häufige Unterbrechungen des Webens, weshalb zweckmässiger ist das Garn in Strähnen, oder nach dem Scheren, also vor dem Aufbäumen zu schlichten.

Die Garnsträhne werden in die Schlichte gut eingetaucht, dann ausgerungen und zum Trocknen aufgehängt. Um das Aneinanderkleben der Fäden zu verhüten, erschüttert man die auf eine Stange gehängte Strähne durch heftiges Einschlagen in die unten hängende Biegung und bringt jeden Strähn bei dieser Gelegenheit auch in eine neue Lage gegenüber der zum Aufhängen dienenden Stange. Zuweilen — namentlich bei Wollgarn — spannt man die über zwei Stangen gelegten Strähne während des Trocknens. Grössere Werke schlichten meistens nach dem Scheren und benutzen hierzu besondere Kettenschlichtmaschinen.[1])

Diese bestehen aus einer Vorrichtung, welche die Kette in die Schlichte taucht, einer zweiten, welche die im Überfluss anhaftende Schlichte zurückhält, und einer dritten, welche das Trocknen in gespanntem Zustande des Garnes bewirkt. Nicht selten sind besondere Mittel zum Ausgleichen der Schlichte und zum Verhüten des Zusammenklebens benachbarter Fäden in Benutzung.

Das Leimen des Papieres, sofern es nicht im Stoff stattfindet, weicht nur wenig von dem besprochenen Verfahren ab: man zieht die einzelnen Bogen durch das Leimwasser, beseitigt durch Pressen den Überschuss und trocknet entweder in freier Luft oder in Trockenkammern.

Auch ein Teil der Gewebezurichtung gehört hierher. Man führt die Gewebe durch flüssige Klebstoffe, denen Thon, Schwerspat oder dergl., auch wohl wassergierige Stoffe (Glaubersalz) beigemischt sind und trocknet sie sodann, so das Gewicht vermehrend und den Griff verbessernd.

Indem man der flüssigen Papiermasse Klebmittel und Erden zusetzt [2]) und erst hierauf zur Papierbildung übergeht (Leimen im Stoff), erzielt man ebenfalls eine grössere Dichte. Der durch die Klebmittel hervor-

---

[1] D. p. J. 1826, **21**, 1; 1838, **69**, 272; 1841, **82**, 102; 1847, **103**, 165; 1848, 9, 343; 1860, **157**, 331; 1873, **207**, 189; **208**, 21; 1874, **214**, 436; 1875, **215**, 0; **217**, 26; 1877, **224**, 67; 1878, **228**, 222; **230**, 391; 1879, **231**, 397; **234**, 186; 80, **235**, 190; 1882, **243**, 303; 1884, **252**, 401; 1885, **255**, 365 sämtl. m. Abb.

[2]) Illig's Erfindung wurde i. J. 1806 zuerst veröffentlicht: Polyt. Centraltt 1856, S. 191.

gerufene grössere Zusammenhang zwingt die Fasern während des Trocknens bezw. Schwindens in engerer Fühlung untereinander wie mit den Füllstoffen zu bleiben, so dass der sonst nötige äussere Druck teilweise ersetzt wird.

Immerhin ist auch hier der äussere Druck sehr nützlich, und man bemüht sich das im Stoff geleimte Papier mittels Druckwalzen, die zwischen den Trockentrommeln liegen, oder das Papier gegen die Trockentrommeln drücken, weiter zu festigen, als durch die Leimung allein möglich ist.

Das Stärken der Wäsche wie vieler in den Handel zu bringenden Gewebe, d. h. das Tränken derselben mit Klebstoffen, bringt die volle Wirkung nur hervor, wenn das Trocknen des Klebstoffes stattfindet, während die Gewebe derb zusammengedrückt werden. Deshalb drückt man das heisse Plätt- oder Bügeleisen auf die Wäsche und presst die heissen Glanderwalzen gegen die von ihnen behandelten Gewebe.

III. Abschnitt.

Umgestalten der Körper.

---

1. Allgemeine Erörterungen.

Rüchweisend auf die w. o. (S. 100) gegebenen Erörterungen über den Zusammenhangszustand der Körper sei hier nochmals hervorgehoben, dass das Gleichgewicht innerhalb eines Körpers, abgesehen von äusseren Kräften, einerseits durch anziehende, andererseits durch abstossende Kräfte erhalten bleibt. Der Änderung der Gleichgewichtslage setzen sich einerseits die erwähnten inneren Kräfte, andererseits die innere Reibung der Körper entgegen. Ist die Änderung der Gleichgewichtslage nur so weit getrieben, dass nach Beseitigung der sie hervorgebrachten äusseren Kräfte die inneren, anziehend und abstossend wirkenden Kräfte den früheren Gleichgewichtszustand wenigstens im wesentlichen wieder herzustellen vermögen, so nennt man die Umgestaltung eine **elastische**. Eine solche hat unmittelbar nur Bedeutung für die Beurteilung solcher Körper, welche bestimmten äusseren Kräften mit Erfolg widerstehen sollen, bezw. für die Berechnung der Abmessungen und Wahl der Anordnungen derselben. Für die mechanische **Umgestaltung** ist sie nur mittelbar beachtenswert; sie macht sich in schädlichem Sinne bemerkbar. Bewirken die äusseren Kräfte eine **bleibende**, d. h. eine über die Elasticitätsgrenze hinausgehende Gestaltsänderung, unter Beibehaltung des Zusammenhanges der Körperteile, so spricht man von einer Umgestaltung auf Grund der **Bildsamkeit**. Sie ist stets (vergl. S. 101) gepaart mit einer elastischen Umgestaltung, welche Arbeit beanspruchte, ohne der hier in Frage kommenden bleibenden Gestaltsänderung irgend welchen unmittelbaren Nutzen zu bringen.

Mutet endlich die durch äussere Kräfte herbeigeführte Verschiebung den inneren anziehenden Kräften mehr zu, als sie nach der Eigenart des betreffenden Stoffes zu leisten vermögen, d. h. sind die inneren anziehenden Kräfte nicht im stande während der gegensätzlichen Verschiebung der Teilchen den Zusammenhang derselben aufrecht zu erhalten, so tritt eine Teilung des Körpers ein und die betr. Umgestaltung heisst eine solche auf Grund der **Teilbarkeit**. Sie ist wie die vorige mit einer elastischen, und fast immer mit einer die Bildsamkeit benutzenden Gestaltsänderung gepaart. Letztere beiden erfordern ebenso wie die ge-

wollte Gestaltsänderung Arbeit, sind aber entweder für den bestim Zweck unnütz oder sogar schädlich.

Die elastische Gestaltsänderung hat daher für das Umgestalte Körper im vorliegenden Sinne nur eine negative Bedeutung; ich sie daher nur nebenbei mit berücksichtigen. Dagegen bilden di staltungen auf Grund der Bildsamkeit und Teilbarkeit zwei gross biete, die demnächst der Übersichtlichkeit halber getrennt, aber Verfolgung aller Einzelheiten behandelt werden sollen.

Vorab seien die einzelnen Vorgänge allgemeiner behandelt.

Wasser, welches aus einer Bodenöffnung eines Gefässes fliesst, zunächst einen geschlossenen Strahl. Die Geschwindigkeit jedes W teilchens erhöht sich mit der Fallhöhe; trotzdem zerlegt sich der nicht in einander folgende Scheiben, sondern wird dünner: die Tei welche in der Ausflussöffnung nebeneinander sich befanden, reihe teilweise hintereinder, der Querschnitt des Strahles wird kleiner. zunehmender Fallgeschwindigkeit der Wasserteilchen steigt die Re der umgebenden Luft an dem Strahl, hindert die äusseren Schi eben so rasch wie das Innere zu fallen und bringt dadurch ein grössere gegensätzliche Verschiebung hervor, als der vorher erw Vorgang bedingt, so dass bald einige Tropfen abgerissen werden schliesslich der ganze Strahl zerfällt, weil angesichts dieser bedeut gegensätzlichen Verschiebungen die Anziehungskraft der Teilchen nic nügt, um den Zusammenhang zu erhalten. Denselben Vorgang beob man bei dem Ziehen der Glasröhren und dem Spinnen des Gl

Ersteres findet statt, indem eine dickwandige bis zur Rotglut e Glasröhre an beiden Enden erfasst und verlängert wird. Die betref Arbeiter laufen nach verschiedenen Richtungen; ihre Bewegung mus gleichförmige sein, weil andernfalls die Röhre reisst. Bei völlig gleichfö Durchwärmung und sorgfältigem Ziehen bleibt das Verhältnis der Wand zur Weite in der gezogenen Röhre gleich dem ursprünglichen, auch wi Weite im wesentlichen überall gleich.

Das Glasspinnen besteht in dem raschen Abziehen eines Fader einem schmelzenden Glasstück; die entstehende Dicke des Fadens häng der Erwärmung des Glasstückes und der Geschwindigkeit des Abziehe Wenn man einen Faden von zwei hart aneinander liegenden Glasstücken, verschiedene Schwindmasse haben, abzieht, so wird derselbe beim Erkalten k

Ebensolche Vergleiche kann man ziehen zwischen dem Wasser, w zwischen zwei Brückenpfeilern hindurchfliesst und dem strengflüss Stoff, der mittels einer Strangpresse eine stabförmige Gestalt sowie endlich mit dem noch strenger flüssigen Metall, welches n enies Ziehlochs zu Draht umgewandelt wird.

Die Umbildung der Wasserfläche vermöge eines sie durchschn den Schiffes erinnert auch an manche Gestaltungsvorgänge. Inde Schiffsrumpf in das Wasser dringt, verdrängt er eine gewisse desselben, welche teilweise zur allgemeinen Erhöhung des benachb Wasserspiegels dient, teilweise aber, weil die gebotene Zeit eine gleichung nicht erlaubt, zu einer Wallbildung an beiden Seite

[1]) D. p. J. 1885, **256**, 139 m. Abb.

Schiffes führt. So ist es auch, wenn man mit einem kielartig gestalteten Werkzeug (z. B. einem Polierstahl, oder den Backen eines gewöhnlichen Gewindeschneidzeugs) über entsprechend weiches Metall fährt: auch bei diesem Verfahren bilden sich zwei Wälle, welche jedoch wegen des geringeren Fliessungsvermögens ungeschmolzener Metalle erhalten bleiben, während die Wälle des Wassers sich im Kielwasser bald wieder auflösen. Ein Zwischenbild kann man sich schaffen, wenn man mit einem entsprechend gestalteten Werkzeug durch die Oberfläche des Honigs oder Sirups fährt.

Betrachtet man insbesondere die Vorgänge am Bug des Schiffes, so findet man Bilder, die in hübscher Weise den Einfluss des Brustwinkels in der Richtung beleuchten, dass derselbe je nach seiner Grösse das Wasser niederdrückt, auf Grund der Bildsamkeit umgestaltet, oder dasselbe emporbäumen macht, bezw. Späne abhebt. Bei dem stark nach vorn überhängenden Bug, Fig. 144, wird das Wasser niedergedrückt und fliesst, wenn der Bug nicht zugeschärft ist, fast ausschliesslich unter dem Fahrzeug nach hinten, bei dem fast senkrechten Bug, Fig. 145, bäumt sich das Wasser in ähnlicher Weise, wie ein Span vor dem sich vorwärts bewegenden Werkzeug emporsteigt, und wenn man einen zu-

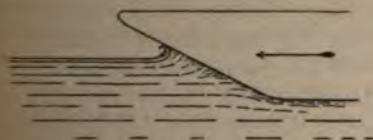


Fig. 144.



Fig. 145.



Fig. 146.



Fig. 147.

geschärften Körper in geringer Tiefe durch das Wasser führt, Fig. 146, so findet eine sehr deutliche Trennung statt; das sich darbietende Bild erinnert unmittelbar an dasjenige, welches beim Spanabheben von festen Körpern entsteht.

Stösst man sehr rasch mit einem Finger senkrecht in das Wasser, Fig. 147, so spritzt letzteres rings um den Finger empor; macht man denselben Versuch mit weicher Butter oder Schmalz, so bleibt der an einer Krone zerrissene Wall längere Zeit erhalten. Genau dasselbe Bild erzeugt eine Vollkugel, welche eine weiche Panzerplatte trifft.

Es liegt sonach eine innige Verwandtschaft vor zwischen dem dünnflüssigen Wasser, den sogenannten dickflüssigen Stoffen bis zu den Metallen. Sie dehnt sich auch auf diejenigen Stoffe aus, welche weniger bildsam sind, als die Metalle, tritt bei diesen natürlich in geringerem Masse auf und ist schliesslich kaum oder gar nicht mehr zu erkennen. Die Bildsamkeit der Stoffe durch deren Fliessungsvermögen auszudrücken, entspricht sonach vollständig den Thatsachen. Aus den beim Fliessen des Wassers auftretenden Vorgängen lassen sich sowohl die Vorgänge des Umgestaltens auf Grund der Bildsamkeit als diejenigen, welche beim Zerteilen auftreten, zur Anschauung bringen.

Sie beruhen auf dem Ausweichen der von einer äusseren Kraft getroffenen Teilchen nach derjenigen Seite, welche dem Ausweichen den geringsten Widerstand entgegensetzen. Da der auftretende Widerstand teils aus der inneren Reibung, teils aus Massenwirkungen besteht, beide aber rascher wachsen, als die Geschwindigkeit der Verschiebung, so ist das entstehende Ausweichen ein anderes bei Anwendung sehr geringer Geschwindigkeit, wie dann, wenn das Ausweichen mit grosser Geschwindigkeit stattfinden muss. Man kann daher durch Aufsuchung derjenigen Stellen, auf welche äussere Kräfte am ungeschwächtesten übertragen werden [1]) und andererseits Schätzung der Widerstände, welche dem Ausweichen entgegentreten, sich ein allgemeines Bild des stattfindenden Vorganges machen, nicht aber — angesichts der mangelnden Kenntnis der Gesetze, welchen die innere Reibung, wie die gegenseitige Anziehung der kleinsten Teile unterliegen — die entstehende Gestaltsänderung mit voller Schärfe ableiten, weshalb geraten erscheint, die einzelnen Arbeitsvorgänge im wesentlichen an Hand der thatsächlich vorkommenden Umgestaltungen zu erörtern.

2. Umgestalten auf Grund der Bildsamkeit.

A. Das Giessen.

Das Umgestalten flüssiger Körper erfordert sehr geringe äussere Kräfte. Teils genügt das Gewicht des Körpers selbst, teils wird die Anziehungskraft zu Hilfe genommen. Man bezweckt mit dem Giessen die Hervorbringung einer bleibenden Gestalt, muss daher mit der Gestaltung das Erhärten des Stoffes verbinden.

Man giesst den flüssigen, bezw. flüssig gemachten Stoff in eine Form, d. h. einen gefässförmigen Hohlraum, dessen Flächen die Flächen des herzustellenden Gussstückes eng umschliessen, gewissermassen das Spiegelbild der letzteren darstellen. Die Form kann entweder nur für einmalige oder für mehrmalige Benutzung bestimmt sein. In ersterem Falle darf man nach dem Erhärten des Gussstückes die Form zertrümmern; man nennt sie eine verlorene oder vergängliche Form. Soll die Form mehrfach gebraucht werden, so muss sie so eingerichtet sein, dass man sie unversehrt von dem Gussstück abzuheben vermag, natürlich ohne

[1]) Berichte der Société des Ingénieurs Civiles, 3. Serie, Bd. 12, S. 288 m. Abb.

tzteres irgendwie zu beschädigen. Man nennt sie alsdann bleibende der dauernde Form.

Selbstverständlich muss die Form im stande sein den Drücken des influessenden Stoffes völlig widerstehen zu können. Das erfordert nicht llein eine gewisse Härte der Formfläche, sondern auch eine entsprechende Stärke der ganzen Bauart, namentlich wenn es sich um hohe, aus schweren Stoffen herzustellende Gussstücke handelt.

Ebenso müssen die Formwände sowohl der Nässe, wie nach Umständen der Temperatur der einzugiessenden Flüssigkeit gewachsen sein, dürfen keine schädlichen chemischen Einflüsse ausüben und nicht so fest an dem erstarrten Gussstück haften, dass die Ablösung von demselben schwierig wird.

Da die Gussstücke bei ihrem Erhärten schwinden, so ist hierauf entsprechende Rücksicht zu nehmen. Die Luft, welche die Form vor dem Giessen erfüllt, muss ausweichen können, um der einfliessenden Flüssigkeit und zwar mit entsprechender Raschheit ausweichen zu können. Hierbei spielt nicht selten diejenige Luftschicht, welche auf der Formfläche — wie auf allen festen Körpern, die längere Zeit mit der Luft n freier Berührung gewesen sind — sich verdichtet hat, eine recht unangenehme Rolle, weil sie schwieriger zu beseitigen ist als die dünnflüssige Luft, welche den gesamten Hohlraum der Form ausfüllt. Nicht elten entwickeln sich während des Giessens beträchtliche Gasmengen, uf deren rasche Entfernung ebenfalls bedacht zu nehmen ist.

Dic Lösung der aufgezählten einzelnen Aufgaben dürfte am besten ei den einzelnen Giessverfahren erläutert werden.

A. Die festen Teilchen des zu Giessenden schweben in iner Flüssigkeit.

a. Giessen des Gipses und Cementes.

Der gebrannte Gips wie der gebrannte Cement haben die igenschaft Wasser zu binden, wenn sie mit diesem in Berührung ommen, und dann zu erhärten. Bei dem Gips insbesondere zeigt sich uch die manchen anderen Körpern (vergl. S. 212) eigene Erscheinung, ass er im Augenblick des Erstarrens sich etwas ausdehnt (das Treiben), dass seine Flächen gegen die Wandflächen der Form gepresst werden nd infolgedessen die Gestalt der letzteren mit allen ihren Feinheiten uf sich übertragen. Das macht den Gipsguss geeignet und beliebt zur arstellung fein gegliederter Gebilde. Je mehr überschüssiges Wasser r Verflüssigung des Gipses verwendet wurde, um so mehr Wasser uss durch demnächstiges Verdunsten beseitigt werden, um so zahlicher, bezw. grösser fallen die Poren des Gussstückes aus; der Gips hwindet während des Trocknens.

Der Cement bindet eine viel grössere Wassermenge, treibt und hwindet nicht.

Die Herstellung der Gussformen steht mit dem Giessen in so naher eziehung, dass kaum vermieden werden kann, dieselbe wenigstens zum eil gleichzeitig mit der Erörterung des Giessens zu behandeln.

Verlorene Gussformen werden, wie schon erwähnt, dann ange-

wendet, wenn man nur ein Gussstück herstellen will. Ein Moc Wachs, Talg oder Thon liegt vor. Man trägt auf dieses schicht breiartig angemachten Gips und beseitigt das Modell, nachdem die dicke des Mantels, bezw. der Form gross genug geworden ist, u nächst genügend widerstandsfähig zu sein. Das Wachsmodell man einfach durch Ausschmelzen, das Thonmodell wird mittels ge Werkzeuge stückweise aus der Form geholt. Um nun das zu Anhaften des Gussstückes an der Form zu verhüten, wird vor d giessen des flüssigen Gipses oder Cementes die Form mit Seife bestrichen, eingefettet oder mit einem dünnen Firnis überzogen. dem Guss zertrümmert man die Form. Die Gefahr, hierbei da stück zu beschädigen, wird gemildert durch Färbung der ersten, Modell gelegten, die eigentliche Formfläche bildenden Schicht.

Bleibende Formen werden aus Gips. Metall und anderen starren Körpern, oder aus Leim, Gummi u. dergl. elastischen l hergestellt.

Sie werden mit wenigen Ausnahmen am Modell hergestellt dann liegt die Forderung vor, dass man die Form, bezw. ihre T dem Modell abziehen muss, ohne dieses oder die Form zu ve Dieselbe Bedingung muss die Form gegenüber dem Gussstück da letzteres ja nur eine möglichst getreue Nachbildung des Mode

Die vorliegende Aufgabe wird verschieden gelöst, je nachd Stoff der Form im wesentlichen starr oder sehr elastisch ist.

Bei ersterer lautet die Regel: kein Teil des Gegenstandes Richtung gegenüber, in welcher die Form vom Modell bezw. G abgezogen werden wird, unterschnitten oder hinterschnitte

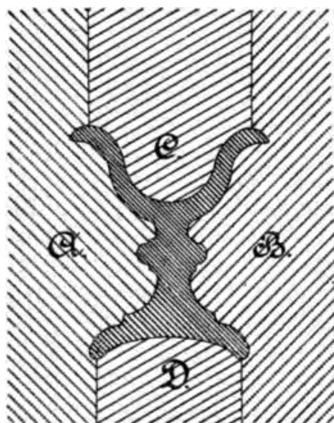


Fig. 148.



Fig. 149.

Die Form für eine Kugel kann demnach aus zwei Teilen bestehen, sich in einer durch die Mitte der Kugel gehenden Ebene berühre Formhälfte muss alsdann winkelrecht zur Teilungsebene der Fo rückgezogen werden. Ebenso verhalten sich viele andere Gestal Gussstücke. Die Schale, Fig. 148, fordert eine mehrteilige Form

kann die Mantelform zwar aus zwei Teilen A und B, welche sich in einer durch die Achse der Schale gelegten Ebene berühren, herstellen; der eigentliche Schalenhohlraum erfordert aber ein besonderes Formstück C, welches in der Richtung der Schalenachse abgezogen werden muss, und der hohle Fuss ein ebensolches Formstück D, das in der Achsenrichtung der Schale nach unten fortzuziehen ist. Noch zusammengesetzter ist die Form, wenn unterschnittene Profile vorkommen. Fig. 149 erläutert einen verhältnismässig einfachen Fall, welcher jedoch vier verschiedene Formstücke (welche häufig Kernstücke genannt werden) nötig macht.

Zur Gewinnung solcher Formen zeichnet man zunächst die Begrenzungen der einzelnen Formstücke auf das Modell, welche Arbeit vollste Umsicht erfordert, um die Aufgabe mit der geringsten Zahl Formstücke zu lösen und den letzteren solche Gestalten und Abmessungen zu geben, dass sie genügend dauerhaft werden. Nunmehr bringt man an den Rändern eines der herzustellenden Formstücke Dämme an, welche aus Thon oder auch anderen Stoffen gefertigt werden. Die Flächen der Dämme sind in Rücksicht auf das demnächstige Abziehen der Formstücke zu gestalten, auch mit Vertiefungen, bezw. Erhöhungen zu versehen, um an dem Formstück Marken zu gewinnen, welche bei dem späteren Zusammenlegen der Formstücke die gegenseitige Lage derselben sichern. Nach dem Giessen des Formstückes wird dasselbe geputzt, getrocknet, eingefettet oder gefirnisst und wieder an seine frühere Stelle gelegt. Man giesst sodann ein benachbartes Formstück u. s. f.

Um den Zusammenhang der Formstücke während des Giessens des Gussstückes zu sichern, werden sie zuweilen zusammengebunden, zuweilen aber von einem Mantel umgeben, welchen man durch Giessen auf ihnen bildete.

Zur Vertreibung der atmosphärischen Schicht, welche die eigentliche Formfläche bedeckt, trägt man zuweilen unmittelbar vor dem Giessen etwas dünn angemachten Gips, bezw. Cement oder auch reines Wasser mit dem Pinsel auf die Formflächen.

Hohlkörper erfordern im allgemeinen besondere Formstücke zur Aussparung der Höhlungen. Ist eine besondere Regelmässigkeit der Höhlungen, bezw. Glätte der Flächen derselben nicht erforderlich, so kann man sich die besonderen Formflächen für die Höhlungen sparen. Man füllt die Form nur zum Teil mit dem flüssigen Stoff, schwenkt sie so, dass alle Flächen der Form genügend dick bedeckt sind und schüttet das übrige aus.

Wegen der Schwierigkeiten, welche zusammengesetztere Guss-Formen bieten und bei dem Giessen des Gipses auch in Rücksicht auf die durch das Treiben und Schwinden eintretenden Verzerrungen entschliesst man sich häufig, das Gussstück zunächst in einzelnen Teilen herzustellen und diese sodann zusammen zu bauen.

Sehr elastische Formteile lassen sich unter Anwendung entsprechender Vorsicht auch von unterschnittenen oder hinterschnittenen Gestalten abziehen, ohne Beschädigung des Gussstückes, des Modelles, auf dem sie gebildet wurden oder ihrer selbst herbeizuführen. Man fertigt sie gewöhnlich aus Leim, mit dem das ganze Modell umgossen wird. Nach dem Erstarren wird der Leim mit einem Messer so weit durchschnitten als erforderlich ist, um die Form von dem Modell unversehrt abziehen zu können. Seltener werden ähnliche Formen aus geschwefelten Gummi hergestellt.

Zum Anmachen des Gipses verwendet man gewöhnlich das 2 bis

$3^1/_2$ Fache seines Gewichtes Wasser; dem Cement fügt man die Hälfte seines Gewichtes oder mehr Wasser hinzu. Genaue Regeln sind hierüber nicht zu geben, da die in Rede stehenden Stoffe verschieden rasch binden, ihnen auch zuweilen Sand beigemischt wird, und der erforderliche Grad der Flüssigkeit von der Natur der Form wie von anderen Umständen abhängt.

b. Giessen des Thones, Formen des Papieres, der Filzhüte u. dergl.

Das Erhärten der vorliegenden Giessstoffe beruht ausschliesslich auf der Entziehung der Flüssigkeit. Demgemäss müssen die Formflächen zur Abfuhr der Flüssigkeit, welche zur entsprechenden Lockerung der betr. Stoffe diente, eingerichtet sein.

Für Thon verwendet man aus Gips hergestellte Formen, weil der Gips erhebliche Wassermengen verschluckt, und zwar bis zur Hälfte seines Trockengewichtes.

Der, vielleicht aussen reich verzierte Ausguss einer Theekanne wird z. B. folgendermassen gegossen: Die nach Bedarf aus mehreren Teilen bestehende Gipsform *A*, Fig. 150, ist in einen aus Gips hergestellten Topf *B* gesetzt, um sie gut zusammenzuhalten. Man giesst nun den durch Wasser gehörig verdünnten Thon in die Form und sorgt durch Nachfüllen dafür, dass die Form stets gefüllt bleibt. Das Wasser wird der Füllung nur an der Form-Oberfläche entzogen, so dass nur hier eine Erhärtung eintreten kann, während das übrige flüssig bleibt. Nachdem die gewünschte Wanddicke des Gussstückes erzielt ist,

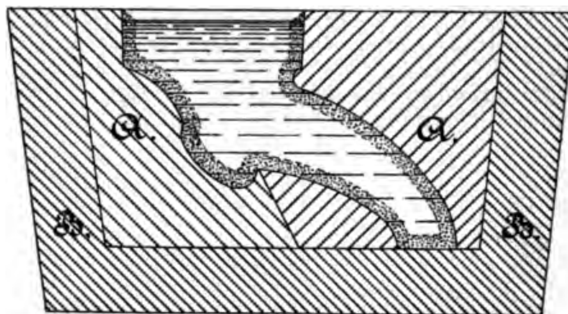


Fig. 150.

wird der flüssige Inhalt ausgegossen und das Gussstück behufs ferneren Erhärtens noch kurze Zeit in der Form gelassen, bis seine Festigkeit genügend gewachsen ist, um die Gestalt auch ohne die seitens der Form gewährte Stützung zu erhalten und andererseits das Gussstück durch sein Schwinden sich von den Formflächen abgelöst hat.

Die Formflächen dürfen natürlich nicht, wie bei dem Giessen des Gipses und Cementes, gefettet oder gefirnisst sein; die Formstücke müssen ausserdem zwischen zwei Güssen getrocknet werden.

Wenn grössere Stücke auf diesem Wege gegossen werden, so setzt man sich der Gefahr aus, dass nach Beseitigung des flüssigen Überschusses die noch sehr weichen Wände, ihrem Gewicht nachgebend, nach unten rutschen. Um das zu vermeiden, führt man das Giessen wie das Ablassen der Flüssigkeit unter erhöhtem Luftdruck aus, und erhält diesen

ftdruck auch nach der Beseitigung des flüssigen Überschusses noch ige Zeit, so dass das Gussstück rasch die Festigkeit gewinnt, welche r Erhaltung seiner Gestalt erforderlich ist. Zu dem Zwecke wird tweder über den Flüssigkeitsspiegel, bezw. in das gebildete Gussstück ift gepresst, oder nur der Flüssigkeitsspiegel, bezw. das Innere des ussstückes der Einwirkung der Atmosphäre ausgesetzt, während die ussenflächen der Form von einem luftverdünnten Raum umgeben sind[1]). ie Poren der Gipsform übermitteln den Druckunterschied teils für das usammendrücken des Gussstückes, teils für das raschere Abführen des Vassers.

Die Bildung des Papieres wie der Haarflächen, aus denen Filzhüte emacht werden, beruhen auf gleichen Grundsätzen. Man giesst den ilchartigen Papierstoff auf ein Sieb, dessen Maschen nur das Wasser, icht aber die Fasern hindurchfliessen lassen; man benutzt bei den Papier-aschinen sogar den Luftdruck (unter Vermittelung der Saugkasten), m die Erhärtung des Papieres zu fördern. Ebenso wird die mit Haaren eschwängerte Luft gegen ein Sieb geführt, welches erstere zurückhält, ährend letztere nach unten abgesaugt wird.

An dieser Stelle verdient ein, dem vorliegenden Giessverfahren eigener Umstand hervorgehoben zu werden, welcher einerseits gewissermassen elbstthätig die Dicke der gebildeten Schicht zu einer gleichmässigen acht, andererseits zur Musterung des Werkstückes verwendet wird. Je icker die abgelagerte Schicht ist, um so mehr wird der Abfluss des Wassers bezw. der Luft erschwert. Ist daher bei gleichartigen Form-andungen durch irgend einen nebensächlichen Einfluss die Dicke der Ablagerung an einer Stelle grösser geworden als an einer anderen Stelle, o wird das Fortschreiten der Ablagerung selbstthätig an ersterer Stelle egenüber der anderen Stelle gemässigt. Ist dagegen die Formwand icht gleichmässig, so muss unbedingt eine entsprechende Ungleichförmig-eit in der Dicke der Ablagerung entstehen.

Demgemäss erkennt man die Drähte bezw. Stäbe der gerippten Papier-formen als dünne Stellen, durchscheinende Linien und ebenso auf die Form-eräte aus Draht gebildete Buchstaben oder Zeichen als Wasserzeichen im Papier. Und bei dem Formen der Platten für die Filzhüte gewinnt man die ewünschten Umrisse durch Auflegen entsprechend ausgeschnittener [illegible]tafeln owie Verdünnungen mittels Durchnähens der betreffenden Stellen [illegible]

Wegen der Verlangsamung des Ablagerns mit zunehmender Di[illegible] tehenden Schicht kann man auf diesem Wege nur mässig dicke [illegible] ewinnen. Sollen dickere hergestellt werden, so legt man mehrere A[illegible] ufeinander. Geschieht dasselbe bei dem Papier durch Aufeinander[illegible] usammenpressen frisch geschöpfter Bogen (Gautschen), so erzielt [illegible] gautschte Pappe; leimt man aber die bereits getrockneten Platten zusa[illegible] o heisst das Gebilde geleimte Pappe.

Die Verdünnung des Papierstoffes mit[illegible] Wasser wird je nach [illegible]

---

[1]) Jahrb. d. Wiener polyt. Inst. 1824, [illegible]
Revue industr. Jan. 1885, S. 48 m. [illegible]
Engineering, Aug. 1885, S. 159 m. A[illegible]
D. p. J. 1884, **253**, 300.
D. p. J. 1885, **258**, 439 m. Abb.

...ben; im allgemeinen ist der zum Schöp... Die Maschenweite der Formen (lichte E... zwischen 0,2 *mm* und 0,5 *mm*. ...er Siebflächen für die Ablagerung der Ha... 2 *mm*. Es sei noch bemerkt, dass m... wie der zur Verfilzung bestimmten Ha... Formflächen benutzt (z. B. zur Herstellu... Fässer, Blumentöpfe und Verzierungen, wie z... der Filzhüte). Es stehen diesem Verfahr... Schwierigkeiten im Wege. Zunächst ist nämli... Siebflächen mit genügend gleichförmigen Durc... so dass die Dicke der Ablagerung ungleichförm... ...steht eine gewisse Ungleichförmigkeit der Wa... die Ablagerungsstellen in verschiedener Höhe liege... (bei der Papierbildung) verschieden stark ist. D... ...macht sich ebenso bei dem Giessen des Thones fühlba... ...dert durch den künstlich herbeigeführten Luftdru...

... gelöster Stoffe.

... erfolgt durch Ausscheiden des Lösungsmittels. Mein... hierher gehörendes Verfahren im Gebrauch, nämli... der Metalle aus ihren Lösungen mittels des galvanisch... 1838 von Jacobi erfundene Verfahren ist so sehr m... ...ungen verquickt und Gegenstand des besonderen Fach... dass es an diesem Orte mit wenigen Worten erledi...

... Metallsalze zerfallen bei dem Hindurchleiten eines ele... unter Ausscheidung des Metalles an der Kathode ...elektronegative Teil auf die Anode einwirkt. Unte... man das in die Metallsalzlösung ragende elektronegativ... entgegengesetzte Ende der Leitung.

...geschiedene Metall legt sich auf die Flächen der Kathod... hierbei die Gestalt derselben an. Demgemäss wird, wen... Erscheinung zur Bildung einer Gestalt dienen soll, a... Spiegelbild dieser Gestalt, die Gussform derselben an... Wie die Form für Thon, Papier u. s. w. für die abzuleitend... durchlässig sein muss, so wird von der Form für sogen... ...tische oder elektrolytische Niederschläge Durchlässig... elektrischen Strom verlangt. Diejenigen Teile der Form... leitend sind, bleiben von jedem Niederschlage frei.

... die Formen aus Metall, muss sodann aber die Flächen, a... Niederschlag sich bilden soll, mit Graphit überziehen, um letzter... machen. Wachs und Stearin, auch Gemische von Wachs u... Kolophonium und Terpentin, Guttapercha, Gips und ande... je nach Umständen vorgezogen. Man macht die betreffende... sorgfältiges Bepinseln, bezw. Einreiben mit feinstem Graphi... verbindet diesen Überzug mit der elektrischen Leitung.

... hervorragender Bedeutung für das Gelingen der galvan... Niederschläge ist die Stärke des Stromes und die Art d...

letallsalze. Deren Auswahl und Untersuchung kann hier nicht erörtert verden [1]).

C. Giessen geschmolzener Stoffe.

a. Giessen des Hagels oder Flinten-Schrotes.

Das Schrotkorn soll seine Gestalt womöglich nur den inneren Kräften les Metalles verdanken, weil diese frei schaltend eine vollkommene Kugel ilden. Behufs des Giessens bringt man das geschmolzene Blei in eine i bis 8 *cm* tiefe eiserne Schale, deren Boden durchlöchert ist. Der Abtand der Löcher soll wenigstens dreimal so gross als die Lochweite sein. Im das Haften des Bleies an dem Eisen zu mindern, wird vor dem Guss ehmwasser in die Schale gegossen und diese sodann getrocknet; die ropfenbildung fördert man (bei grösserer Lochweite) durch Bedecken es durchlöcherten Bodens mit Bleikrätze, d. i. der beim Schmelzen es Bleies auf der Oberfläche sich bildende Schaum und durch Mischung es Bleies mit Arsenik (bis $^1/_2$ % weissen Arsenik). Die Tropfen sollen un frei schwebend erstarren, weshalb man sie etwa 35 *m* hoch herabllen lässt, wobei ihnen auch Luft entgegengeblasen wird. Sie fallen hliesslich in Wasser, welches die völlige Abkühlung herbeiführt. Man gt auch auf das Wasser eine etwa 15 *cm* dicke Öl-, oder eine etwa 0 *cm* dicke Talgschicht, welche der Schrot durchfallen muss, bevor derlbe in das Wasser gelangt. Zu rasches Abkühlen (vergl. S. 213) erugt Saugstellen oder einseitige Hohlräume im Schrot, welche das treuen des Schrotes begünstigt [2]).

b. Giessen geschmolzener Stoffe in Formen.

Die Temperatur der geschmolzenen Stoffe verlangt eine entrechende Stoffauswahl für die Formen. Niedrigen Schmelztemperaturen ıd Papier, Gips, Holz, Schiefer und leicht schmelzbare Metalle wachsen; für Gussstücke aus schwerer schmelzbaren Metallen verwendet an Messing, Schmiedeisen und Gusseisen, Sand, Lehm und ıbrannten Thon, auch Sepia und andere Stoffe.

Der Druck und Auftrieb geschmolzener Metalle erfordert wegen s grossen Einheitsgewichtes derselben besondere Vorsicht. Nicht allein rden die Stoffe der Formen in Rücksicht hierauf gewählt, sondern es ıd nicht selten auch besondere stützende Teile für die eigentlichen rmteile notwendig.

Das Anhaften der erstarrenden Gussstoffe an den Formwänden rd teils durch die verschiedenen Dehnungen der Gussstücke einer- und r Formwände andererseits verhindert, teils durch Anstreichen, bezw. stäuben der Formfläche (mit kohlenstoffhaltiger Brühe, Kreide, Kohlener Kreidestaub) unmöglich gemacht.

Für aus Sand oder Lehm hergestellte Eisengussformen hat die Kohle s Anstriches oder der Bestäubung einen besonderen Wert. Es findet mlich bei dem Eingiessen, wegen der Berührung des flüssigen Eisens it der Luft ein teilweises Verrosten des Eisens statt. Der Rost (Eisen-

---

[1]) Vergl. über Galvanoplastik: D. p. J. 1840, **78**, 110.
Langbein, Galvanoplastik, Leipzig 1886.

[2]) Vergl. D. p. J. 1830, **38**, 354 m. Abb.; 1850, **116**, 97 m. Abb.

oxydoxydul) würde sich mit den Formstoffen zu Schlacke verbinden die das Gussstück schorfartig bedecken würde, wenn nicht die Kohl teils dem Eisenrost den Sauerstoff entzöge, teils das entstehende Kohlen oxyd trennend zwischen Eisen und Sand sich legte.

Die Entfernung der Luft aus der Form findet teilweise durcl die Fugen, längs welcher die einzelnen Formteile aneinander grenzen oder durch die Poren des Formstoffes, oder endlich durch besonder angebrachte Luftkänäle statt. Diejenige Luftschicht, welche auf de: Formflächen verdichtet ist, weicht der Erwärmung verhältnismässi leicht, macht aber bei dem Giessen leicht schmelzbarer Stoffe wege deren niedriger Temperatur Schwierigkeiten, wenn man nicht hierfür di erforderliche Zeit gewährt und in ungenügendem Grade für Abflussweg der Luft gesorgt hat. Namentlich in metallnen Formen gegossen Gegenstände sind nicht selten mit Grübchen versehen, welche von de in Rede stehenden Luft, der Auswege fehlten, ausgespart sind.

Dem Schwinden ist nicht allein dadurch Rechnung zu trage dass man die Form entsprechend grösser macht, als das Gussstück sei soll, sondern dem Gussstück muss auch die Möglichkeit des Schwinden offen gehalten werden.

Man verwendet bleibende oder dauernde und verlorene Formen wie bei dem Giessen des Gipses u. dergl.; erstere dienen für mehrere letztere nur für einen Guss.

Für schwer schmelzbare Metalle kommen bleibende Formen nur in Ausnahmefällen vor. Man muss sie in Rücksicht auf ihre Dauerhaftigkeit aus Eisen verfertigen und dieses bewirkt eine in der Regel zu rasche Abkühlung (vergl. S. 217). Versuche, aus Thon hergestellte und gebrannte Formen für schwer schmelzbare Metalle wiederholt zu benutzen[1], haben nur sehr bescheidene Erfolge gehabt.

Ebenso wie bei den Guss-Formen für Gips u. s. w. in Rücksicht auf die Ablösbarkeit der Gussstücke von den Formen diese entweder mehrteilig oder zertrümmerbar sein müssen, ebenso müssen die bleibenden Formen für geschmolzene Giessstoffe, und zwar nach denselben Regeln wie w. o. angegeben (S. 240) zerlegbar sein, während die verlorenen Formen wenigstens in Trümmern von den Gussstücken zu beseitigen sein müssen.

Einzelheiten enthalten folgende Beispiele:

α. Bleibende Formen.

Form aus Schiefer für Bleisoldaten. Das feine Korn des blauen Schiefers gestattet das Eingraben zarter Linien; die Wärmeleitungsfähigkeit desselben ist eine mässige. Man findet deshalb den Schiefer häufig als Stoff für die Formen der Zinnspielwaren verwendet. Die flache, regelmässig zur Mittelebene gebildete Gestalt des Bleisoldaten leitet sofort zur Zweiteilung der Guss-Form nach dieser Ebene; es würde jedoch erhebliche Schwierigkeiten bieten, den breiten Fuss, Fig. 151 und 152, aus den entsprechend tiefen Gruben der beiden Formhälften zu ziehen, wenn die untere Fläche desselben, was notwendig ist, eben gemacht wird.

Man entschliesst sich deshalb den zwei Formhälften I u. II, Fig. 152, eine

[1]) D. R. P. No. 14002; D. p. J. 1882, **248**, 262.

ritte III hinzuzufügen. Diesen dritten Formteil bildet der Arbeitstisch. Die egenseitige Lage der Formteile I u. II bestimmen Blei-Dübbel *a*, welche in egenüberliegende Löcher greifen; die richtige Lage der Formteile I u. II gegenber III wird ohne weiteres gewonnen. Formteil I u. II werden mittels einer



Fig. 151.

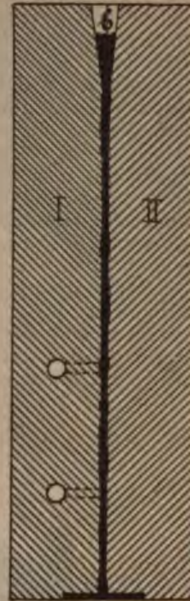


Fig. 152.

winge oder Klemme zusammengehalten und beide während des Giessens mit er Hand gegen den Arbeitstisch III gedrückt. Der aus zwei halben Trichtern usammengesetzte Einguss *b* ist an der obersten Stelle der Guss-Form angeracht und die geringe Luftmenge des wenig weiten Hohlraumes derselben ndet reichlichen Abfluss durch die Fugen der orm. Diejenige Luft jedoch, welche nach den eiden Inseln zwischen den Beinen des Soldaten nd der Säbelscheide nebst deren Tragriemen erdrängt wird, erfordert besondere Luftabhrungskanäle, welche bei *i* die Luft aufnehmen nd sie durch gleichlaufend zur Teilungsfläche ebohrte Löcher ableiten.

Nicht immer können die Teilungsflächen benen sein. Die aus Messing hergestellte Löffelussform, Fig. 153, ist nach einer krummen läche zerlegt und hierdurch die Möglichkeit ewonnen, sie aus nur zwei Teilen zu machen. ie Formhälfte *a* ist mit einem vorspringenden ande versehen, gegen den der Rand der Formälfte *b* sich legt, so dass die gegenseitige Lage eider Formhälften rasch zu finden und sicher u erhalten ist.

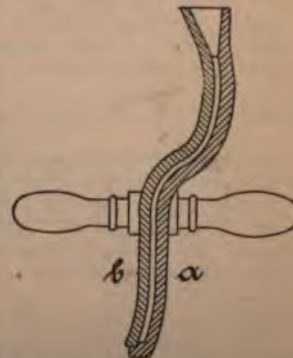


Fig. 153.

Ein bauchförmiges Gefäss, Fig. 154 und 155, erfordert eine verwickeltere

Guss-Form. Sie besteht aus den beiden Mantelformteilen I u. II, welche, um vom Gussstück bequem abhebbar zu sein, nur die Flächen vom oberen Rande bis zum unteren Rande des Fusses umfassen dürfen; der Hohlraum des Fusses erfordert eine besondere Formfläche III, deren Falz die Ränder der beiden erstgenannten Formflächen umgreift und stützt. Endlich bedingt der bauchförmige Hohlraum einen eigenartig zusammengesetzten Formteil IV, den sogenannten Kern. Um diesen aus dem Gussstück ziehen zu können, muss er zerlegt werden, zu welchem Zwecke derselbe zerschnitten ist und die einzelnen Stücke durch je einen ringförmigen Falz, welche in den Endstücken des Formteils angebracht sind, zusammengehalten werden. Die beiden Endstücke sind mittels eines Bolzens verbunden, dessen Gewinde in das Muttergewinde des in dem Boden des Gefässes liegenden Endstückes greift. Nach Hinwegnahme des Bolzens und des an der Gefässmündung liegenden Endteils kann zunächst ein Stück des Formteils IV aus seiner Lage gebracht (vergl. Fig. 155) und herausgezogen werden, worauf sich die Beseitigung der übrigen Stücke von selbst ergiebt. Der in Fig. 154 rechts belegene Deckel hält, ausser den Stücken des Formteils IV, vermöge eines Falzes auch die Mantelteile I und II zusammen, bezw. bestimmt deren gegenseitige Lage an dem rechtsliegenden Ende der Form. Bemerkenswert ist der Einguss *e*, Fig. 154 und 155. Wegen der geringen Wandstärke des Gussstückes und der grossen Wärmeleitungsfähigkeit der Metallform liegt die Gefahr vor, dass das eingegossene Metall während des Einfliessens zu zähflüssig wird, um die Form ganz auszufüllen, wenn man ihm einen zu grossen

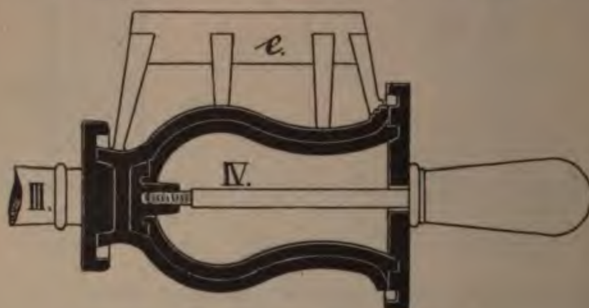


Fig. 154.



Fig. 155.

Weg zumutet. Es sind daher von dem gemeinschaftlichen Eingusstrichter mehrere Kanäle nach dem Hohlraum der Form geleitet, so dass das flüssige Metall auf recht kurzem Wege, also unter geringem Wärmeverlust an den Ort

r Bestimmung gelangen kann. Dasselbe Verfahren findet vielfach An-
dung, und zwar sowohl bei bleibenden als auch bei verlorenen Formen.

Aus Papier hergestellte Gussformen vermögen nur niedrigen Temperaturen iderstehen. Aus diesem Grunde sucht man bei Herstellung der sogenannten reotypenplatten den Guss bei einer Temperatur auszuführen, welche nur ig höher ist als die Schmelztemperatur des betreffenden leicht schmelzbaren lles (einer Legierung von Blei und Antimon, nach Umständen gemischt Zinn und Antimon, vergl. Bd. 2 unter Schriftgiesserei). Die Gussform oder rize fertigt man in folgender Weise: 6 oder 7 Blätter Seidenpapier werden einer aus dünnem Stärkekleister und geschlämmter Kreide hergestellten flüssigen Masse zusammengeklebt, in feuchtem Zustande auf den Satz ge- und in die Buchdruckerpresse gebracht, so dass die Typen sich in der hen Schicht scharf ausprägen. Die so gebildete Form wird sodann ge- knet. Auch wird angefeuchtetes dünnes, weiches Papier mit der Bürste in Satz getrieben, hierauf Kleister und ein zweites Papier aufgelegt und ebenso andelt u. s. w.

β. Verlorene oder vergängliche Formen.

Sie kommen für schwer schmelzbare Metalle fast ausschliesslich zur vendung. Der Stoff, aus dem sie gefertigt werden, ist Sand; man rscheidet aber seiner Bildsamkeit nach 3 verschiedene Arten des- en, nämlich mageren Sand, fetten Sand oder Masse und Lehm.

Ersterer verdankt seinen Zusammenhang wie seine Bildsamkeit vor- gend dem Wasser, mit welchem er angemacht ist, und nur zum en Teil seinem Thongehalt. Die aus ihm gefertigte Form ist daher im feuchten Zustande genügend widerstandsfähig. Man nennt des- das Giessen in aus magerem Sande hergestellten Gussformen viel- Giessen im nassen oder grünen Sande. Bei dem fetten Sande t der Thongehalt eine grössere Rolle; er ist auch im scharf getrock- n Zustande genügend fest, im feuchten Zustande aber zu wenig hlässig für die Gase, weshalb er nur für zu trockende Formen ver- let wird.

Der Lehm endlich ist reichlich mit Thon gemengter Sand; sein mmenhang ist im getrockneten Zustande weit grösser als derjenige fetten Sandes, so dass er weniger äusserer Stützung bedarf als dieser.

Nach einigen chemischen Untersuchungen enthält magerer Formsand is 92% Kieselerde, 4 bis 9% Thonerde, 2 bis 5 1/2% Eisenoxyd, 0 bis 1% ensauren Kalk; fetter hingegen 80 bis 93% Kieselerde, 4 bis 11 1/2% Thon- , 1 1/4 bis 11% Eisenoxyd, 0 bis 3 3/4% kohlensauren Kalk. Hieraus lässt schliessen, dass die chemische Zusammensetzung nicht allein für die Kenn- nung der Sandarten massgebend ist.

Man pflegt die Güte, bezw. Brauchbarkeit des Formsandes bezw. Form- s auf Grund folgender Eigenschaften zu beurteilen.

Die Feinheit desselben erkennt man zunächst durch das Gefühl, welches len Fingerspitzen erzeugt wird, ausserdem an der Glätte der Eindrücke, he man versuchsweise in der Oberfläche des Sandes anbringt. Solche Güsse, he eine besonders glatte Oberfläche haben sollen, verlangen sehr feinen l; wegen der grösseren Durchlässigkeit des gröberen Sandes wird dieser all da vorgezogen, wo weniger Wert auf die Glätte der Gussstücke ge- wird.

Die Schärfe, d. h. die eckige Beschaffenheit der einzelnen Quarzkörner ag man bei entsprechender Übung auch durch Befühlen zu erkennen; rnfalls ist ein Vergrösserungsglas anzuwenden. Der scharfe Sand bildet llgemeinen eine widerstandsfähigere Formfläche als derjenige Formsand, her vorwiegend rundliche Quarzkörner enthält.

beurteilt man durch Versuche.
n der Hand geballt und aus geringe
Aus der hierbei entstehenden Umgestaltu
rfahrenen Mann nicht schwer, zutreffen
wie der Lehm wird, nachdem er im feucht
net und dann auf seine Festigkeit untersuc
Gussformen regelmässig vor ihrer Benutzu

ohne weiteres brauchbarer Zusammensetzu
er zuweilen erst brauchbar gemacht werde
Sand gemahlen, zu magerer Sand durch Misch
Thon fetter gemacht. Für Gussstücke, an welc
gestellt werden, ist eine derartige Zubereitung d

Anhaftens des Sandes an dem Gussstück wi
bereits bemerkt, meistens mit einem kohlensto
Kohle bestehenden Überzuge versehen. Zu de
mit Kohlenpulver ausgestaubt (oder d
aubt), oder eine stark russende Lampenflamm
Formfläche gehalten, so dass sich auf dieser ei
lagert, oder Kohlenstaub mit Wasser, Bier u. derg
angemacht, welche man den Flächen der (G
aufträgt. Auch wird Kartoffelstärke — welc
schmutzt als Kohle — in gleicher oder doch äh
gewendet. Da nicht immer ohne weiteres gelingt, d
allen Teilen der Gussform zu bringen, so wird d
immer, der fette Sand häufig mit Kohlenstaub g
wenn auch im bescheidenen Masse, alle Teile der For
halten. Übrigens erhöht die Kohle-Beimischung d
des Sandes für Gase.
Gussformen, welche besonders scharfe Abgüsse liefern solle
ohne Kohle, bezw. die Formfläche ohne Bestäubung g
alsdann den sich bildenden Schorf mühsam beseitige
Lehmformen einen grösseren Zusammenhang zu geben, a
Lehms von vornherein eigen ist, mischt man ihm Fase
Strohhäcksel und Heu sind in diesem Sinne sehr g
Pferdemist ist sehr brauchbar, aber wegen des von ih
Geruchs manchenorts verboten. Auch die sonst se
Kälberhaare verursachen schlechte Gerüche.
Herstellung der Sandgussformen hat für das Giessen ei
Bedeutung als diejenige der bleibenden Formen, weil jed
neuen Form bedarf.
allgemeinen Grundsätze, welche für die bleibenden Forme
genannt wurden, gelten auch hier, mit der Beschränkung
Formteile, sofern sie an einem Modell hergestellt werde
ohne Beschädigung zu erfahren, abzuziehen sein müsse
Bedingung für ohne Modell angefertigte Formen nich
Befreiung des Gussstückes von der Form wird letztere zer

Die Sandformen zeichnen sich vor den aus anderen Stoffen hergestellten Guss-Formen mit wenigen Ausnahmen (z. B. Sepia) durch geringe Wärmeleitungsfähigkeit aus, so dass die Abkühlung der Gussstücke langsamer stattfindet. Soll ein Eisengussstück teilweise gehärtet werden, so wird die Form an den betreffenden Stellen aus Eisen gebildet, während die Formflächen, welche das Gussstück an den Stellen berühren, welche weich bleiben sollen, aus Sand hergestellt werden [1]).

a. Herstellung der Formen an Modellen.

Gussstücke, welche von einer ebenen Fläche begrenzt werden, auf deren Schönheit man keinen Wert legt, werden in offener Form gegossen, so dass die natürliche Gleichgewichtslage des flüssigen Metalles die fragl. ebene Fläche bildet. Man stellt die Formen in einer auf der Hüttensohle ausgebreiteten Sandschicht, dem Herde, her und nennt das Formverfahren hiernach Herdformerei, die Gussstücke Herdgussstücke.

Zur Erläuterung der Herdformerei mögen folgende Beispiele dienen. Zur Erzeugung der Form einer Fenstersprosse, Fig. 156, dient ein Modell, Fig. 157, dessen Hauptrippe 5 bis 10 *mm* dicker ist, als die Hauptrippe des Gussstückes. Diese grössere Dicke soll teilweise das Modell steifer machen, hauptsächlich aber die Guss-Form tiefer gestalten, als das fertige Gussstück verlangt, um zu verhüten, dass das fliessende Eisen die Ufer der Form über-

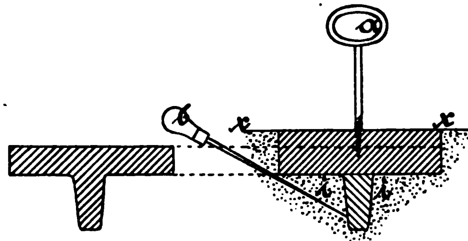


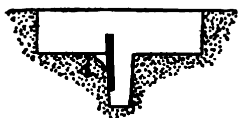
Fig. 156. Fig. 157.

schwemmt. Man gräbt in die eingeebnete Oberfläche des Herdes *h* eine entsprechende Vertiefung, drückt das Modell ein und legt letzteres unter Benutzung einer Wasser- oder Setzwage (vergl. S. 61) möglichst genau wagerecht. Hierauf drückt man — meistens mit den Fingern, da diese befähigt sind durch Fühlen die erzielte Festigkeit des Sandes kundzugeben — den Sand sorgfältig gegen das Modell, und festigt schliesslich den Sand der nächsten Umgebung durch Stampfen, und zwar in dem Umfange, dass der Sand, welcher das Modell unmittelbar berührt, genügend gestützt wird, um dem Druck des flüssigen Eisens widerstehen zu können. Nunmehr ist das Modell zu beseitigen. Obgleich man dessen Oberfläche geglättet, vielleicht auch gefirnisst oder mit einem Farbanstrich versehen hat, haftet dieselbe doch an dem feuchten Sande, so dass zunächst an ihr Ablösen von der Sandfläche gedacht werden muss. Zu dem Ende schraubt man eine oder mehrere Ösen *a* mit deren unten befindlichen Holzschraubengewinde in das Modell und klopft in wagerechter Richtung von mehreren Seiten gegen den Stift jeder Öse, so dass das Modell sich etwas verschiebt und die Form ausweitet (das Ausklopfen, Losklopfen). Würde man nunmehr ohne weiteres versuchen, das Modell mittels der Ösen *a* emporzuheben, so würden, wegen der Schwierigkeit das Heben genau senkrecht durchzuführen,

[1]) Vergl. auch D. p. J. 1882, **248**, 262.

die Sandkanten bei *x* gefährdet sein. Deshalb werden diese vorher mitt in Wasser getauchten Pinsels genetzt und dadurch widerstandsfähiger g Die Sandkanten bei *i* verhalten sich gerade so, wie die soeben bespro so dass man häufig die Hauptrippe des Modelles, welche in diesem F der senkrechten Nebenrippe nur durch Markdübbel verbunden ist, aushebt und hierauf die Nebenrippe ebenso behandelt wie vorhin besc Will man die hiermit verknüpfte Umständlichkeit vermeiden, so m Nebenrippe stark verjüngt gestaltet werden; eine mässige Verjüngur stets angewendet, um sicher zu sein, dass keine Unterschneidung

Trotz der erwähnten Vorsichtsmassregeln haften zuweilen Sandteil Modell und werden mit diesem herausgezogen oder es bröckeln Teile d ab. Es ist sodann die Form auszubessern. Ist z. B. ein Teil der Sa bei *i*, Fig. 158, abgebröckelt, so legt man ein Plättchen (welches in de als dicker Strich auftritt) an die gut erhaltenen Teile der betr. Formflä füllt den Hohlraum an der stelle sorgfältig aus. Di bröckelte Ecke *e* (Grundriss erfordert zu gleichem Zwe Anlegen eines winkelförn bogenen Plättchens. S mannigfach gestaltete Pl erforderlich, um die vers artigen Verletzungen auszu Kleine Beschädigungen häufig mittels der noch wähnenden Glättwerkzeuge beseitigt, indem man auf diese ein weni legt und letzteren freihändig aufdrückt. Der ausgebröckelte Sand ist z in die Tiefe der Form g teils wird die Form bei ihr besserung verunreinigt. M deshalb hakenförmige Sc von der Gestalt der Fig. und 162 in mannigfacher zur Hand, mittels welc Sohle der Form gereinigt kann. Staubförmige Ver gungen werden fortgeblas weilen mittels des Mundes mittels Balg- oder Schl bläsers, oder mit weichen oder Pinseln abgekehrt.


Fig. 158.

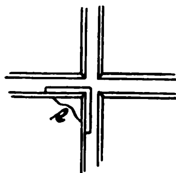
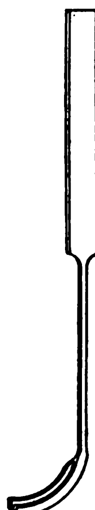

Fig. 159.


Fig. 160.


Fig. 161.


Fig. 162.

Das einfliessende Eise lebhaft spülend, weshalb und Kanten, welche der Ab am meisten ausgesetzt sind, langer, dünner Drahtnägel weiter hinten belegenen verbunden werden. Scharfe und Ecken sucht man üb zu vermeiden, weil die E chen in winkelrecht zur Ob stehenden Kristallbündel lagern und die Gussstü deren Richtung sich vornehmlich zusammenziehen, so dass eine scharfe kante eine verschärfte Hohlkante im Gussstück erzeugt. Man legt des alle Hohlkanten des Modelles abrundende Hohlkehlen, oder rundet d kanten und Ecken der Guss-Formen freihändig ab, ersteres wenn be saubere Gussstücke verlangt werden oder das Modell vielfach gebrauch letzteres, wenn man weniger Wert auf die Schönheit des Gusses legt, od

m Modell nur einmal geformt werden soll. Zum Abrunden der Kanten und :ken dienen die messerartig zugeschliffenen Ränder in verschiedener Weise staltteter Werkzeuge, z. B. wie Fig. 163 ein solches darstellt, deren Abessungen sich nach der Grösse der zu behandelnden Dinge richten.

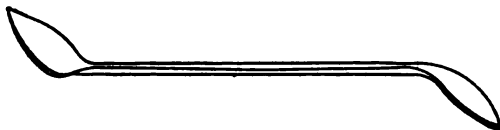


Fig. 163.

Je nach Umständen muss die Durchlässigkeit des Sandes für die Gase urch Anbringen enger (damit das flüssige Eisen nicht einzudringen vermag) anäle gefördert werden. Man stellt solche Windpfeifen durch Einstossen friemenartiger Werkzeuge (*b*, Fig. 157, S. 251) her.

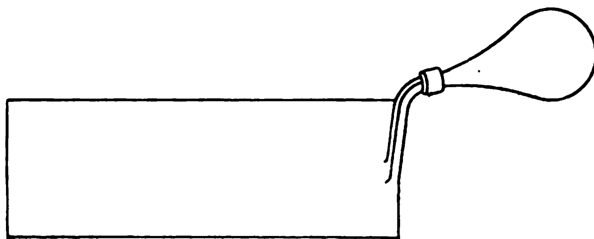


Fig. 164.

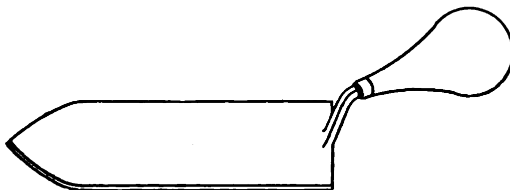


Fig. 165.

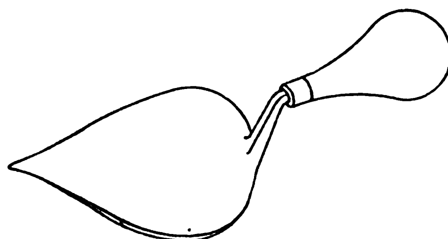


Fig. 166.

Das Glätten der Formflächen, welches indessen nur dann in grösserem Umfange zur Anwendung kommt, wenn höhere Anforderungen an die Sauberkeit des Gusses gestellt werden, wird entweder nach oder auch vor dem Einstäuben angewendet. Es dienen hierzu Kellen und Glätteisen (Fig. 164

bis 178) sowie Polierplatten (Fig. 174 bis 180) der mannigfachsten Gestalt und Grösse. Sie werden entsprechend geschickt, mit einigem Druck über die Flächen der Gussform hinweggeführt. Tief liegende, schwer erreichbare Flächen glättet man auch mittels Aufstossens winkelrecht an einer längeren Stange befestigter Klötzchen (Fig. 181 und 182); an deren Stange oder Griff sind dann wohl auch Glättklingen angebracht. Das Säulchen oder die Kolonne, Fig. 183, kann mit den verschiedenen, daneben gezeichneten Endstücken versehen werden.

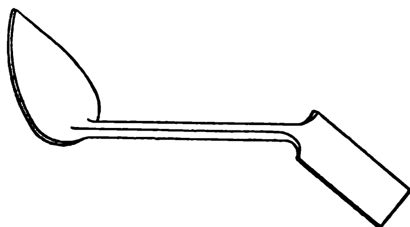


Fig. 167.

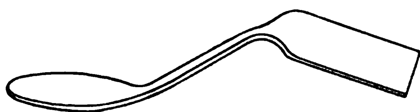


Fig. 168.

Die Treue der nach dem Modell hergestellten Form leidet naturgemäss unter diesen Nacharbeiten. Deshalb sind sie als Notbehelf zu betrachten, während der Regel nach man bestrebt ist, die erforderliche Glätte der Formflächen durch entsprechend sorgfältige Ausführung des Modelles und vorsichtiges Ausheben desselben zu gewinnen. Im gleichen Sinne glättet man bei Bildwerken nach dem Bestäuben mittels des Modelles, welches nochmals leicht in die Form gedrückt wird, oder man verzichtet bei Maschinenteilen überhaupt auf eine nachträgliche Bestäubung der Form, indem man den Sand von vornherein reichlich mit Kohlenstaub vermischt, wie w. o. bereits erwähnt.

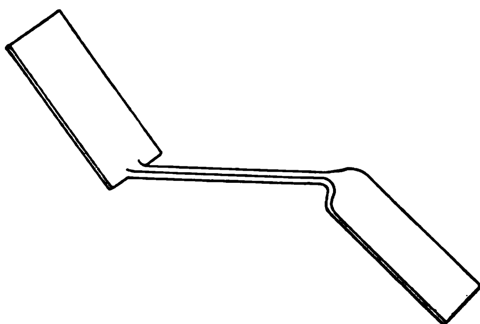


Fig. 169.

Endlich ist noch der Einrichtungen für das Eingiessen bezw. Einleiten des flüssigen Metalles zu gedenken. Man baut, vielleicht unter Zuhilfenahme einer Platte, eines Ringes oder dergl. eine Mulde aus Sand, welche an einer Seite offen ist und führt von hier aus eine oder mehrere Gräben nach der Gussform. Das Ausschneiden dieser Gräben geschieht mit verschieden grossen fast trommelförmig gebogenen Messern, Fig. 184, deren Handhabe häufig noch ein zweites Formerwerkzeug trägt.

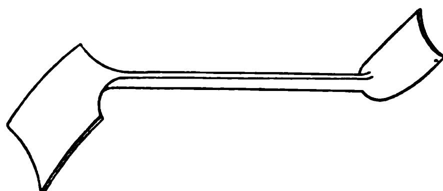


Fig. 170.

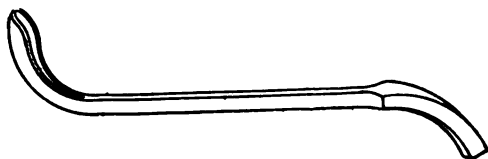
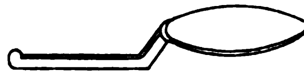


Fig. 171.

Auf dem Herde werden vorwiegend einfache Gegenstände gegossen, für welche die soeben erörterten Feinheiten meistens

keine Bedeutung haben. Sie kommen jedoch zuweilen in Frage; da ferner dieselben Bearbeitungsweisen wie Werkzeuge auch bei der vollkommeneren Kastenformerei angewendet werden, so dürfte die hier


Fig. 172.

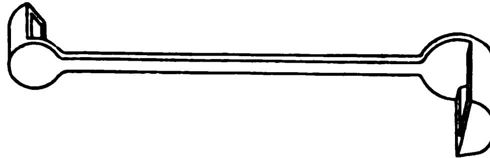
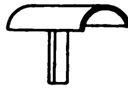
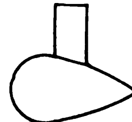
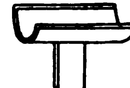
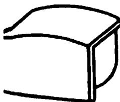

Fig. 173.

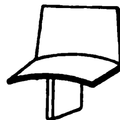

Fig. 174.


Fig. 175.


Fig. 176.


Fig. 177.


Fig. 178.


Fig. 179.

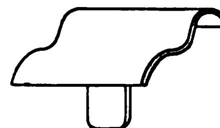
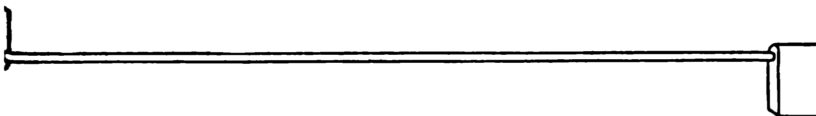

Fig. 180.


Fig. 181.


Fig. 182.

ttgehabte ausführlichere Behandlung als gleichzeitig für letztere geltend rechtfertigt erscheinen.

Zu dem Herdguss gehört auch der Schleuderguss[1]), welcher · im wesentlichen trommelförmig gestaltete Gegenstände in Vorschlag bracht ist.

[1]) D. p. J. 1849, **114**, 326 m. Abb.; 1856, **141**, 100; 1858, **150**, 11; 1876, ****, 14; 1884, **252**, 254 m. Abb.

Die Achse der Guss-Form ist wagerecht gelagert und zwar so, dass die Form in rasche Drehung um ihre Achse versetzt werden kann. Überwiegt die auftretende Schleuderkraft die Schwerkraft des eingegossenen Metalles in genügendem Grade, so verteilt sich letzteres in gleichförmiger Schicht, so dass die Innenwand des Gussstückes sich selbstthätig trommelförmig ausbildet. Der Schleuderguss ist demnach mit dem w. o. (S. 241) erwähnten, beim Giessen der Gipsbüsten häufig vorkommenden Verfahren verwandt, welches im Ausschwenken der Form mit flüssigem Gips besteht.

Die Oberfläche des Herdgusses wird nicht glatt, vielmehr je nach der Natur des vergossenen Metalles mehr oder weniger runzelig. Die Kanten sind, wegen der geringen Anziehung zwischen dem flüssigen Metall und dem feuchten Sande, abgerundet. Soll die Oberfläche des

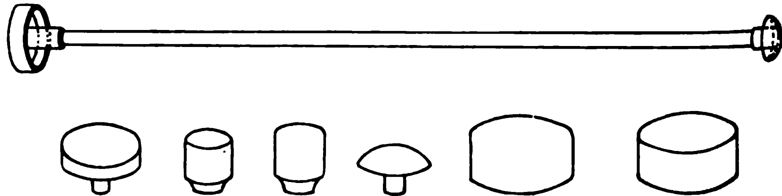


Fig. 183.

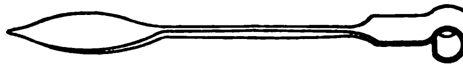


Fig. 184.

Gusses teilweise oder ganz eine bestimmtere Gestalt erhalten, so legt man mit Lehm bestrichene und nach dem Trocknen des Lehms geschwärzte Eisenstäbe oder Eisenplatten auf, bezw. in die Form, an welche sich das eingegossene Eisen schmiegt (halb- bezw. ganzgedeckter Herdguss). Es ist dabei alle Vorsicht anzuwenden, um den Gasen möglichst freien Abzug zu gewähren.

Der gedeckte Herdguss leitet unmittelbar zu dem in geschlossener Form ausgeführten Giessen; er unterscheidet sich von letzterem nur durch die besonderen Einrichtungen.

Die geschlossene Gussform bedingt behufs Entfernung des Modelles das Abheben eines oder mehrerer Teile derselben, sie ist regelmässig mehrteilig. Um dem Sande die nötige Stütze für seinen Zusammenhang zu geben, so dass die abzuhebenden Formteile nicht zerbröckeln oder gar zerbrechen, versieht man dieselben mit eisernen Gerippen oder schliesst sie in hölzerne, bezw. metallene Rahmen, die sogenannten Formkasten, deren Anwendung ein grosses Feld beherrscht. Man kann nun einen Teil des Modelles in den Herd, bezw. die Hüttensohle betten, während ein anderer Teil vom Sand eines Formkastens eingehüllt wird, oder das gesamte Modell in Sand dämmen, der in Formkästen aufgestampft ist. Die Verfahren des Formens bei beiden Fällen unterscheiden sich nur unbedeutend, weshalb hier nur von dem ausschliesslichen Formen und Giessen im Formkasten ausführlicher die Rede sein soll.

Es sei ein einfacher Körper, z. B. eine Kugel, Fig. 139, S. 212 zu formen ezw. zu giessen. Die Gussform ist zweiteilig zu machen, und zwar als Teilungsäche eine Ebene zu benutzen, in welcher der Mittelpunkt der Kugel liegt. an setzt den einen Rahmen, den **Unterkasten**, auf ein **Formbrett**, d. i. ein benes, mit Querleisten abgesteiftes hölzernes Brett, füllt den Kasten mit Sand, rückt das Kugelmodell bis zur Hälfte ein, befestigt den Sand mittels der Finger nd durch Stampfen und ebnet die Oberfläche des Sandes so, dass diese die enau richtige Teilungsfläche bildet und mit dem oberen Rande des Unterkastens bschneidet. Hierauf wird der **Oberkasten** aufgesetzt, auf den Sand des nterkastens Holzasche oder trockner Sand gestreut, damit demnächst das bheben der oberen Form von der unteren ohne Zerreissen der gegebenen rennungsfläche stattfindet, und stampft nunmehr den Oberkasten mit Sand oll. Behufs Aussparung des **Eingusses** *b* setzt man im geeigneten Zeitpunkte in verjüngtes Holzstück auf das Modell. Nachdem die Oberfläche des Oberkastens stark **nachgestampft** und geebnet ist, hebt man den Oberkasten ab. Die Lage des Oberkastens zum Unterkasten wird durch Ösen *d* und in diese ragende Stifte *c* oder ähnliche Einrichtungen geregelt.

Wenn die Stifte *c* die Löcher der Ösen *d* nicht völlig ausfüllen, so ist ein geringes Verschieben des Oberkastens gegenüber dem Unterkasten behufs Lösens des Modelles vom Sande möglich. In der Regel ist man jedoch bestrebt, solche Verschiebbarkeit auszuschliessen, um die genaue gegenseitige Lage der Formhälften zu sichern. Eine nennenswerte Lockerung des Modelles gegenüber der Form ist sonach unmöglich. Da nun ausserdem das Netzen der Sandränder nicht angewendet werden kann, so gelingt nur bei äusserst sorgfältigem Abheben, welches durch die Führung der Schliessstifte *c* in den Ösen *d* unterstützt wird, die Trennung des Sandes von dem Modell ohne Beschädigung der Form. Ob das Modell in dem Unterkasten liegen bleibt oder, wenigstens während einiger Zeit, mit der oberen Form gehoben wird, ist auch nicht von vornherein zu bestimmen. Mehr oder weniger grosse Beschädigungen der Form, die mühsame Ausbesserungsarbeiten verlangen, sind daher bei diesem Formverfahren fast unvermeidlich.

Wenn man das Modell zweiteilig macht und zwar dasselbe nach der Teilungsebene der Form zerlegt, so wird seine obere Hälfte mit dem oberen Kasten abgehoben, während die untere Hälfte im Unterkasten zurückbleibt, so dass nunmehr (man legt den Oberkasten mit seinem Rücken auf ein Formbrett oder eine andere ebene Fläche) dasjenige Modellaushebungsverfahren, welches weiter oben beschrieben wurde, in vollem Umfange angewendet werden kann.

Die Zerlegung (hier Zweiteilung) des Modelles hat noch folgende Vorteile: es ist leichter, die richtige Höhenlage der Formteilfläche innezuhalten und endlich möglich, von vornherein wie folgt zu verfahren.



Fig. 185.

s sei ein **Handrädchen** zu formen; das Modell ist nach der Mittelebene , das Loch des Rädchens soll in das fertige Gussstück gebohrt werden, also vorläufig unbeachtet. Man legt sodann die eine Modellhälfte auf ɾmbrett *b*, Fig. 185, setzt den **Unterkasten** *a* über dasselbe, **bestäubt**

es und siebt zunächst — wenn eine besonders glatte Oberfläche verlangt wird — etwas feinen Sand auf dasselbe. Hierauf wird gewöhnlicher Sand eingeworfen und schichtenweise aufgestampft, bis der Formkasten gefüllt ist. Nunmehr kippt man den Formkasten um, nach Umständen unter Benutzung eines zweiten Formbrettes, welches man auf den Formkasten gelegt hat, hebt das erste Formbrett ab, setzt den Oberkasten auf (Fig. 186) und legt die andere Modellhälfte auf die im Sande des Unterkastens liegende. Es ist nun erforderlich, Vorkehrungen zu treffen, vermöge welcher die zweite Modellhälfte der ersten gegenüber ohne weiteres in die genau richtige Lage gebracht werden kann. Hierzu dienen Dübbel, welche in der zweiten oder oberen Modellhälfte, und Löcher, welche in der ersten oder unteren Modellhälfte angebracht sind. Würden in der ersten Modellhälfte die Dübbel sich befinden, so würde das Auflegen derselben auf das Formbrett erschwert werden; aus gleichem Grunde befinden sich die Ösen *d* an dem Unter- und die Stifte *c* an dem Oberkasten.

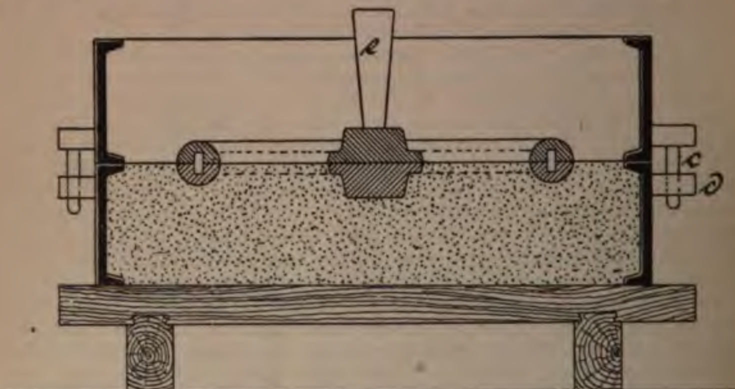


Fig. 186.

Im weiteren Verlauf der Arbeit wird die aus Holzkohlenasche oder trocknem Sande bestehende trennende Schicht auf den Sand des Unterkastens gestreut, die obere Modellhälfte bestäubt, der den Einguss und nach Umständen andere Kanäle, sogenannte Windpfeifen freihaltende Pflöcke *e* aufgesetzt und im übrigen wie gewöhnlich verfahren.

Was die soeben erwähnten Windpfeifen, d. h. Öffnungen, welche zum Abfluss der Gase dienen, anbelangt, so werden dieselben für geräumigere Gussformen an den höchsten Stellen derselben angebracht zu dem Zwecke, das rasche Abfliessen der Gase zu fördern, wenn die Poren, oder die (s. w. o.) mittels Nadeln oder Pfriemen gebildeten Kanälchen dieser Aufgabe allein nicht genügen.

Eine dreiteilige Gussform ist für eine Seilrolle erforderlich. Man kann zunächst in den unteren Formkasten *c*, Fig. 187, die untere Modellhälfte *g* betten, indem man die Ebene, in welcher der grösste Durchmesser der Rolle liegt, mit dem oberen Rande des Formkastens *c* in eine Höhe legt. Für die Begrenzung der Rille ist ein besonderer Formteil erforderlich, welcher hier in dem Kasten *d* untergebracht worden ist; der obere Kasten *e* endlich umschliesst die obere Modellhälfte, sein Formsand ragt aber bis unter die Arme der Rolle, welche behufs bequemen Aushebens nach oben verjüngt gestaltet sind. *a* bezeichnet den Pflock zur Aussparung einer Windpfeife, *f* einen solchen zur Aussparung des Giessloches. Nach stattgehabtem Einformen hebt man mit dem oberen Kasten die obere Modellhälfte ab; nunmehr ist der mittlere Formteil unschwer zu beseitigen, worauf die zweite Modellhälfte *g* aus dem Formkasten *c* ebenso entfernt wird, wie die erste Modellhälfte *h* aus dem Formkasten *e*.

Will man das Modell seiner grösseren Dauerhaftigkeit halber nicht zwei-

machen, so ist nur nötig, den mittleren Formkasten *d* mittels einer senk-
ı Ebene zu teilen, so dass z. B. die links befindliche Hälfte nach links,
dere Hälfte nach rechts abgezogen werden kann. Solche Vierteilung der
rm empfiehlt sich für manche Fälle.
Ian kann aber die Rolle oder einen ähnliche Behandlung erfordernden

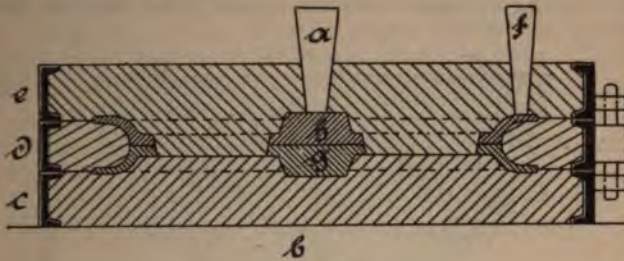


Fig. 187.

stand in zwei Formkasten formen, wenn man, nach Fig. 188, die mittlere
d besonders herstellt und mit dem Modell in den Sand des unteren Form-
s *c* und des oberen *e* einbettet. Um dem Formteil *d* die nötige Festig-
u geben, wird derselbe aus fettem
hergestellt und um ein eisernes Ge-
gebildet, oder auf eine eiserne Platte
. Ein zweiteiliges Modell gestattet
ormteil *d* als vollen Ring zu benutzen,
ngeteiltes Modell erfordert die Zer-
des Formteils *d* in zwei Hälften, in
r Weise, wie bei dem vorher erörter-
ormverfahren erwähnt wurde. Man
die Formstücke, welche nach Art
ückes *d*, Fig. 188, ihre Lage in der
tform angewiesen erhalten, ebenso
i der Gips- u. s. w. Giesserei Kern-

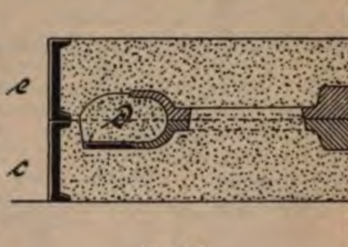


Fig. 188.

e, auch wohl Kerne, mit letzterem Worte insbesondere solche Kernstücke
nend, welche ausschliesslich Höhlungen aussparen.
Über die Modellfläche hervorragende Buchstaben, Ziffern, Schutzmarken u.
welche das Ausheben des Modelles erschweren, lässt man häufig fort, um
tsprechenden Vertiefungen demnächst mittels einer Art Stempel oder
besonders in die Formfläche zu drücken; andere in gleichem Sinne
n Hervorragungen werden nicht selten angestiftet oder angeheftet,
erst dann vom Sande abzunehmen, wenn der wesentlichste Teil des
es beseitigt ist und den nötigen Raum freigelegt hat. In Verfolgung
Gedankens kommt man zu einer Mehrteilung des Modelles, um die
en Teile desselben aus der Form entfernen zu können, was die Arbeit
Umständen sehr erleichtert. Das Modell einer achtflügeligen Welle möge
ispiel dienen. Es sei dasselbe zunächst zweiteilig; seine Hälfte ist in
89 in dem Sand liegend dargestellt. Mit dem Mittelkörper des Modelles
ie beiden halben Flügel oder Rippen *a* fest verbunden, ebenso die Rippe *b*,
isten *c* der letzteren aber nur angestiftet. Die Flügel *e* sind an dem
körper lösbar befestigt, vielleicht durch lange Holzschrauben *i*, oder auf
Weise, und an sie die Leisten *f* mittels Stifte leicht angeheftet.
Bei dem Einformen der Leisten *c* und *f* hat man zunächst die Stellen, an
n die Befestigungsstifte sich befinden, freigelassen, während man den
in der Nachbarschaft derselben gut befestigte und hierauf die Stifte
gezogen, um auch an deren Orten den Sand fest zu machen. Die zweite

17*

[illegible] gerade so wie die erste behandelt, bedarf also einer besonderen [illegible] nicht. Nach vollständigem Einstampfen des Sandes und Abheben des [illegible] man nun die Modellteile wie folgt aus dem Sande: Zu-[illegible] Verbindung zwischen dem Mittelkörper und den Flügeln e [illegible] der Schrauben i gelöst (wenn nicht diese Flügel so am Mittelkörper [illegible] waren, dass die Verbindung bereits gelegentlich des Einstampfens, [illegible] Leisten c und f gelöst werden musste). Dann kann der Mittelkörper

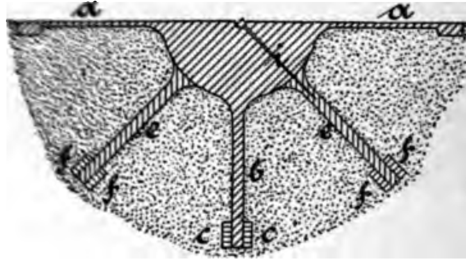


Fig. 189.

[illegible] den Flügeln a und b in gewöhnlicher Weise hervorgezogen werden, und das Ausheben der Flügel e bietet keine Schwierigkeiten mehr. Nicht so leicht ist die Entfernung der Leisten c und f. Mittels der Spitze einer langen Nadel [illegible] man sie in die von b und e verlassenen Hohlräume, oder benutzt hierfür andere von der Zusammensetzung des Modelles gebotene Mittel (die Endanschlüsse der Leisten bieten zuweilen geeignete Angriffspunkte) und entfernt sie [illegible]. Auch krumme Modellteile können auf dem in Rede stehenden Wege von der Form getrennt werden. a, Fig. 190, ist ein Teil eines Topfmodelles, b und c sind die Modellteile des Henkels. Die beiden Henkelteile sind durch Dübbel lösbar miteinander verbunden; sie werden während des Einstampfens des Topfmodelles mit der Hand an dieses gelegt und ringsum in gehöriger Weise mit Sand umgeben. Nach Beseitigung des Topfmodelles a ist nicht schwer, sowohl b als c hervorzuziehen, wenn man in den Endflächen derselben geeignete Angriffsstellen angebracht hat.



Fig. 190.

Es liegen sonach zwei Wege vor, derartige **unterschnittene** oder **hinterschnittene** Gestalten zu formen, nämlich die Bildung der Form aus einzelnen Teilen (vergl. auch Gips- u. s. w. Giesserei, S. 240) bezw. Kernstücken und die Zerlegung des Modelles, so dass dessen Teile einzeln aus der Form gezogen werden können. Die thatsächlichen Ausführungen beider Verfahren sind sehr mannigfaltig, wie die zu formenden Gestalten und die gestellten Einzelansprüche mannigfaltige sind. Es kann die Wahl zwischen den beiden Wegen nur von Fall zu Fall getroffen werden.

Längere, überall gleichweite, oder gar an den Mündungen enger werdende Höhlungen lassen sich durch verschiedene Kunstgriffe auf den bisher besprochenen ähnlichen Wegen formen; man zieht jedoch gemeiniglich vor, die erforderlichen Formteile, **Kerne**, besonders herzustellen und in die Form zu legen. Man stellt die Kerne, um sie entsprechend haltbar zu machen, aus fettem Sande oder Lehm her und trocknet sie vor dem Einlegen in die Form; der kohlenstoffhaltige Überzug, die

Schwärze, wird als Brühe aufgetragen. Die Gestaltung findet statt in besonderen, aus Holz, Gips, Metall, Lehm oder dergl. gebildeten Formen, den Kernkasten oder mittels der Lehmformerei. Behufs rascher und sicherer Gewinnung der richtigen Lage des Kernes in der Form wird das Modell mit Hervorragungen, Kernmarken, versehen, welche Vertiefungen aussparen, in die Hervorragungen des Kernes passen. Auch findet eine weitere Stützung der Kerne durch besondere Kernsteifen statt. Besondere Sorgfalt ist der Luftabfuhr aus den Kernen zu widmen. Sie sind fast vollständig vom Gussstück eingehüllt; die einzigen Verbindungen mit der übrigen Form bilden die Hervorragungen, welche sich in die durch die Kernmarken hervorgerufenen Aussparungen legen, und die Kernsteifen. Diese Verbindungen müssen zur Unterbringung der erforderlichen Windpfeifen dienen, was oft nicht geringe Schwierigkeiten macht.

Das Formen eines Ventilgehäuses, Fig. 191, ist sehr einfach. Ein zweiteiliges Modell giebt nur die äussere Gestalt einschliesslich der Kernmarken k wieder, es wird in gewöhnlicher Weise eingeformt. In einem Kernkasten, welcher wegen des Schwindens des fetten Sandes bei seinem Trocknen vergrösserte Abmessungen haben muss, wird das Spiegelbild des Hohlraumes einschl. der den Kernmarken entsprechenden Hervorragungen gebildet. Man nimmt dann den Kern aus dem Kasten, vollendet ihn und legt ihn in die Form. Bei verwickelten Kerngestalten pflegt man auf die Trennungsfläche der Modellhälfte, welche für den Unterkasten bestimmt ist (ohne hervorragende Dübbel) den Kern zu malen, damit der Former sich rasch und sicher über die Lage des Kerns unterrichten kann. Die Kernmarken werden in der Regel schwarz gestrichen, um sie dem Former als solche zu kennzeichnen. Der für den Kern verwendete fette Sand ist an sich ziemlich durchlässig für Gase; man sticht jedoch mit Pfriemen oder Nadeln auch in den vorliegenden kurzen Kern mehrere Windkanäle. Zur Erhöhung der Festigkeit werden einige starke Drähte bezw. Eisenstangen in den Kern gelegt.

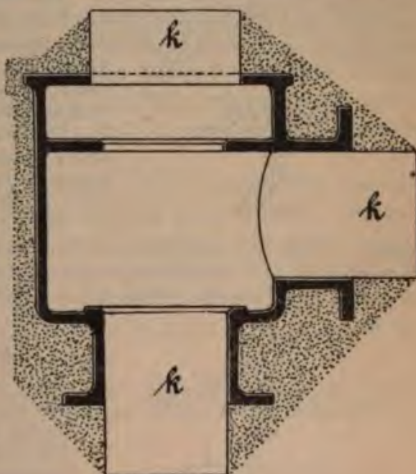


Fig. 191.

Die Festigkeit des Kernes hat nicht allein die Aufgabe denselben bis zum Guss in richtiger Gestalt zu erhalten, sondern vor allen Dingen dem von unten nach oben wirkenden Auftrieb des flüssigen Metalles entgegenzutreten, welcher viel mächtiger ist als das Gewicht des Kernes. Letzteres beträgt für 1 *cbcm* etwa 1,5 *gr*, während das Einheitsgewicht des Eisens z. B. etwa 7,5, also das 5fache des ersteren beträgt. Es wird somit der Kern, solange das ihn umgebende Eisen flüssig ist, viermal so stark nach oben gedrängt, als das Eigengewicht ihn in der leeren Form in der Richtung nach unten beanspruchte.

Der Auftrieb des flüssigen Metalls, bezw. dessen Einwirkung auf

den Kern ist u. a. mit Veranlasser für den sogenannten stehenden Guss. Gegenstände mit langen Hohlräumen (Röhren, Säulen, Wellen u. dergl.) giesst man stehend, damit die Auftriebsrichtung in die Längenachse des Kernes fällt, in welchem Falle eine Verbiegung desselben leichter zu vermeiden ist, als wenn der Auftrieb quer gegen die Längenrichtung wirkt.

Eine gebräuchliche Kernsteifenart läst Fig. 192 erkennen. *K* bezeichnet den Kern, *A* die im Kasten aufgestampfte Form, *a* einen Stift und *b* ein an diesen genietetes Plättchen; *a* und *b* machen zusammen die Kernsteife aus. Die Länge des Stiftes *a* ist so bemessen, dass das Ende desselben genau bis zur Kastenoberfläche reicht und dort auf eine Platte *c* sich stützt.

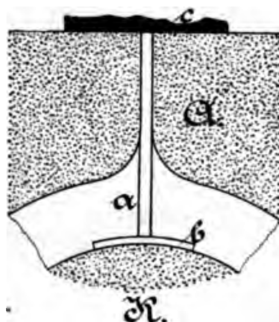


Fig. 192.

Zuweilen ist unmöglich, den Stift *a* der Kernsteife bis zur Kastenoberfläche zu verlängern, oder ihn dort stützen zu lassen; alsdann fügt man eine stützende Platte in den Sand, oder benutzt eine sonst sich bietende Gelegenheit zur Stützung des Stiftes *a*.

Fig. 193 stellt eine Anordnung dar, bei welcher ein Kern *K* gegen einen anderen Kern *k* abgesteift werden muss. Die Kernsteife *a b* ist in gewöhnlicher Weise angebracht, während die Kernsteife *d e* aus zwei Plättchen *e* und mit ihnen vernieteteten Stiften *d* besteht.

Die hier beschriebenen Kernsteifen werden auch, ohne eine wesentlich andere Gestalt zu erhalten, aus Gusseisen gefertigt, müssen aber alsdann grössere Abmessungen erhalten.

Es ist leicht zu übersehen, dass die Stifte *a* bezw. *d* (Fig. 192 und 193) von dem Gussstück bleibend eingeschlossen werden. Das bedingt für Gussstücke, welche für Flüssigkeiten undurchlässig sein sollen, dichten Anschluss des Gusses an die Steife.

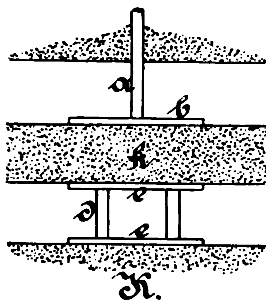


Fig. 193.

In dieser Richtung sind blanke schmiedeeiserne Kernsteifen günstiger als gusseiserne. Man fördert die Dichtheit der Verbindung auch wohl durch Verzinnen der Steifenoberfläche, vermeidet jedenfalls jeden feuchten Niederschlag an derselben, weil die aus diesem entstehenden Dämpfe nur durch das Gussstück entweichen könnten, sonach dieses schwer schädigen würden. Auch wird rings um den Kernsteifenstift eine Vertiefung im Formsande ausgebildet (vergl. Fig. 192), so dass das Gussstück an betr. Stelle eine grössere Wandstärke erhält.

Unter Umständen benutzt man die Kernsteifenstifte, die alsdann röhrenförmig gestaltet sein müssen, zur Abführung der Gase. Die dadurch entstehende Öffnung im Gussstück wird in irgend einer Weise nachträglich verschlossen. Auch dienen vorragende hohle oder volle Gerippteile, welche entsprechend in den Sand gebettet werden, als Stützmittel für die Kerne.

Verwandt mit der Anwendung der Kerne ist das Eingiessen eiserner Teile. Man verbindet z. B. aus Schmiedeeisen gefertigte Schaufeln der Kreiselräder (Turbinen) mit den gusseisernen Kränzen derselben, schmiedeeiserne Arme mit den gusseisernen Kränzen und Naben der Schwungräder, schmiedeeiserne Spindeln mit den gusseisernen od

onzenen Thürdrückern u. s. w., indem man die betr. Schmiedeeisenteile enso wie die Kerne in die Formen legt und von dem eingegossenen etall umfluten lässt.

Je nach Umständen werden die betr. Modelle mit Kernmarken versehen, lche die Lagerstätten der einzugiessenden Stücke aussparen, soweit solche sserhalb des Gussstückes bleiben, oder es werden die festzugiessenden Stücke die Modelle gelegt, mit diesen eingeformt und nach Entfernung der Modelle die ausgesparten Vertiefungen gelegt. Zuweilen findet das Einlegen auch ihändig unter Benutzung geeigneter Messwerkzeuge statt.

Ebenso, wie die Kernsteifen vor feuchten Niederschlägen geschützt erden müssen, und aus gleichen Gründen sind solche Niederschläge auch on den einzugiessenden Stücken fern zu halten. In den ungetrockneten ussformen ist nun die Luft fast mit Feuchtigkeit gesättigt, so dass, enn aus irgend einem Grunde die Temperatur der in Rede stehenden Metallteile nennenswert niedriger ist als diejenige der Luft, eine Feuchtigkeitsausscheidung an ihnen erfolgt. Man vermeidet sie, wenn man die betreffenden Schmiedeisenteile erst kurz vor dem Giessen einlegt und sie vorher an einem Orte aufbewahrte, welcher wärmer ist als die Form. Auch ist dem sonst fast unvermeidlichen Kochen des eingegossenen Metalles (hervorgerufen durch die gewaltsam hervorbrechenden Dampfblasen) durch mässiges oder weitgehendes Trocknen entgegen zu treten.

Das Verzinnen der mit dem Gussmetall in Berührung tretenden Eisenteile soll die Rostbildung verhüten.

Behufs Erzielung einer sichereren Verbindung werden die von den Gussstücken einzuschliessenden Teile mit Kerben oder Löchern versehen.

Der fette Sand oder die Masse wird gerade so behandelt wie der magere Sand; ein Unterschied besteht zwischen beiden nur insofern, als Formen aus fettem Sand regelmässig getrocknet werden. Die zur Verwendung kommenden Modelle müssen deshalb auch mit Rücksicht auf das Schwinden der Form hergestellt werden.

Bei der Formung in Lehm bedient man sich in der Regel keines wiederholt zu benutzenden Modelles; oft wird von der Benutzung eines Modelles überhaupt abgesehen.

b. Formen mittels Lehren.[1]

Man bildet nämlich die Gestalt der Gussform im wesentlichen mittels Lehren (Schablonen), welche in solchen Bahnen geführt werden, dass die Begrenzung der Lehren die zu bildende Gestalt beschreiben. Im allgemeinen nennt man dieses Arbeitsverfahren das Ziehen, weil man die Lehre an der Leitlinie oder Führung entlang zieht; in dem anderen Fall, in welchem die gegensätzliche Bewegung zwischen Lehre und Form ausschliesslich durch Drehen um eine feste Achse hervorgebracht wird, spricht man vom Drehen. Es kann hierbei entweder die Lehre oder die Form gedreht werden. Das Ziehen der Lehmformen deckt sich im wesentlichen mit dem Ziehen der Gesimse u. dergl., welches die Maurer bei Putzbauten u. dergl. ausüben.

An Hand der Fig. 194, 195 u. 196 soll das Formen eines (halben) Kernes für einen Rohrkrümmer beschrieben werden. Man fertigt zwei Hälften *a* des Kernes und verbindet dieselben sodann durch Bindedraht oder durch ein anderes Mittel. Um dem Kern die erforderliche Standhaftigkeit zu geben, versieht man

ihn mit einem Eisengerippe, vielleicht in der gezeichneten Weise: Auf eiserne Bogenstücke werden dünne, entsprechend gebogene Eisenstäbchen gebunden und auf diese der Lehm getragen. Nach dem Zusammenlegen beider Kernhälften bleibt ein weiter Hohlraum frei, welcher sich vortrefflich zur Abfuhr der Gase eignet. Die Gestaltung der Kernhälfte findet auf einem **Kernbrett** *b* statt. Auf dasselbe ist das **Führungsbrett** *c* befestigt, dessen Kanten $\overline{\alpha\beta}$ und $\overline{\alpha\gamma}$ mit den beiden Achsen des Kernes gleiche Richtung haben und um den Krümmungshalbmesser der Röhre von den Achsen derselben entfernt liegen. Die **Lehre** *d* ist mit einem halbrunden Ausschnitt versehen, welcher der Dicke der Röhre entspricht, und von der Endfläche δ der Lehre *d* um den inneren Krümmungshalbmesser der Röhre absteht. Führt man nun die Lehre *d* an $\overline{\beta\alpha}$ entlang, dann um die Ecke α des Führungsbrettes *c* weiter und hierauf an $\alpha\gamma$

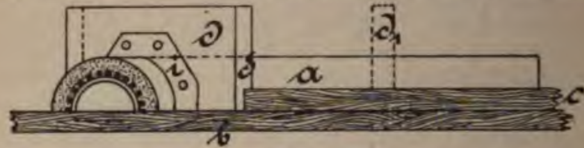


Fig. 194.

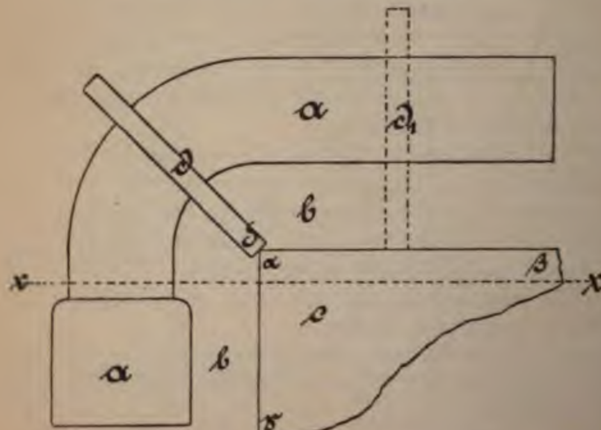


Fig. 195.



Fig. 196.

entlang, so beschreibt der Ausschnitt der Lehre die Gestalt des halben Kernes *a*, mit Ausnahme der zur Aussparung der Röhrenmuffe dienenden Verdickung desselben. Lässt man die Lehre denselben Weg machen, nachdem man Formerlehm, der mit Wasser gehörig erweicht ist, aufgetragen hat, so erkennt man einerseits leicht die Stellen, an welchen noch mehr Lehm aufgetragen werden muss, andererseits schiebt die Lehre Lehm von denjenigen Stellen fort, an welchen letzterer im Übermass sich vorfindet. So ist leicht zu übersehen, wie man allmählich zur richtigen Gestalt gelangt. Zum Gestalten der Kernverdickung, welche den Muff der Röhre ausfüllen soll, verwendet man eine Lehre, welche von *d* nur durch eine grössere Weite des Ausschnittes sich unterscheidet; die Übergänge werden freihändig gebildet.

Die Nebenfigur 196 lässt den Querschnitt des wirkenden Teiles der Lehre erkennen: derselbe soll den überflüssigen Lehm abschieben. Die Sch... nutzt sich naturgemäss stark ab, weshalb man dieselbe mit einem B... legt. Für reicher gestaltete Querschnitte erwächst hieraus noch d... dass sich in dem Blech die einzelnen Formen schärfer ausbilden l... der hölzernen Lehre.

beschriebene Verfahren eignet sich im wesentlichen nur zur ıng stabförmiger Formteile, d. h. solcher, welche überall gleichen ıitt haben, wenn auch — wie beschrieben — verschiedene Quer- voreinander gelegt werden können. Dasselbe, wie die w. u. noch ıreibenden Verfahren dienen nicht allein zur Herstellung der sondern auch der Modelle, welche zum Formen in magern oder and oder in Lehm verwendet werden.

197 und 198 erläutern ein Verfahren, vermöge dessen man verjüngte in Formerlehm ziehen kann. Die Gestalt des Körpers *a* soll von einem Querschnitt bei α in einen grösseren bei β übergehen. Eine Lehre *d* der Kante des Führungsbrettes *c*, welches auf dem Formbrett *b* be- , entlang geführt und beschreibt dabei die halbe Oberfläche des Körpers *a*; ısolche Lehre d_1 zieht man der Kante des Führungsbrettes c_1 entlang ınnt hierdurch die andere Hälfte der Oberfläche. Der Querschnitt bei α z. 198 scharffirt, derjenige bei β mit punktierter Linie umzogen. Soll des Stückes bei β grösser werden, als die Gestalt des Lehrenausschnittes

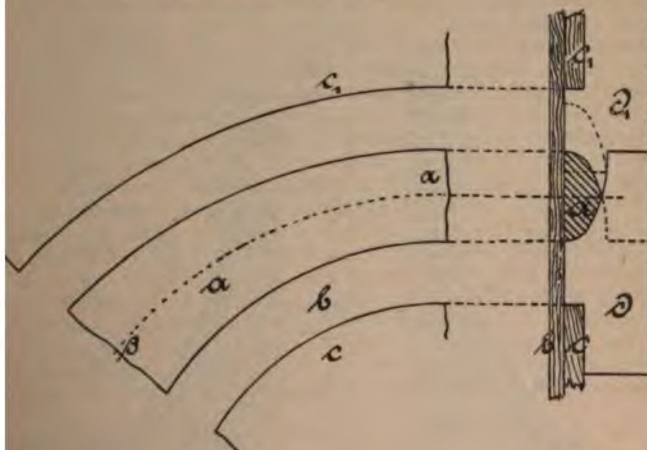


Fig. 197. Fig. 198.

teres ergiebt, so macht man *c* und c_1 in der Nähe von α dünner als ähe von β, mit entsprechendem Übergange und versieht die Lehre *d*, . 198, mit einem Vorsprung, welcher auf *c* bezw. c_1 gleitet. Dieses ı lässt sich auch in anderer Weise ausbilden.

dere Flächengestalten erzeugt man unter Benutzung aus dünnem ır Eisenblech hergestellter Lehren, die den verschiedenen Quer- ı der betreffenden Gestalt entsprechen und die man in richtiger Ent- nebeneinander legt, so dass die Kanten derselben schmale Streifen gestaltenden Fläche darstellen, deren Zwischenräume freihändig t werden, wobei manche Kunstgriffe zu Hilfe genommen werden. hältnismässig leicht sind die Oberflächen der Drehkörper zu gestalten. erstes hierher gehörendes Beispiel möge das Formen einer Glocke,), dienen.

der Sohle *a* der Dammgrube, d. i. eine Vertiefung der Hüttensohle, demnächst die fertige Form gedämmt werden soll, ist von Ziegel- nd Lehm ein Körper *g* errichtet, dessen Abmessungen diejenigen des

Glockenhohlraumes nicht ganz erreichen. Es werden bei dem Mauern d Körpers Kanäle *h* und ein mittlerer Schacht ausgespart; erstere dienen Feuerstellen (für Späne, Torf u. dergl.) letzterer als Schornstein, um das M werk rasch austrocknen zu können. In der Mitte des Körpers *g* ist eine ei Stange *b* in den Erdboden gesteckt, welche einen Steg *c* stützt. In diesem f die untere Spitze der mit der Lehre *f* verbundenen Welle *d* ihre Lage während das obere Ende der Welle an dem Balken *e* gelagert ist. Viel lagert man das untere Ende der Welle *d* in einer festen Eisenplatte, w

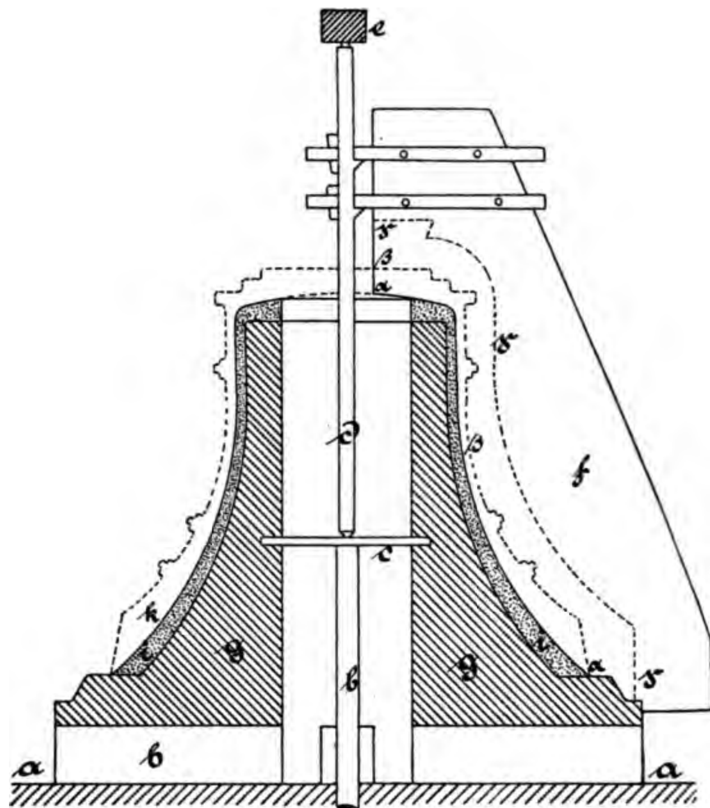


Fig. 199.

in der Höhe der Dammgrubensohle *a* liegt, oder man befestigt die Welle dem Mauerwerk der Dammgrubensohle und dreht die mit entsprechenden Au versehene Lehre um die Welle, wobei ein auf die Welle geklemmter Stell die Höhenlage der Lehre sichert.

Man trägt nun Formerlehm auf den Körper *g*, während die nach Linie α α verlaufende Lehre benutzt wird, und überzieht die Lehmsch welche bei dem Trocknen mehr oder weniger grosse Risse oder Sprünge halten hat, mit einer dünnen Schicht feineren Lehms, um die Fläche des Ker welche die Innenfläche der Glocke gestalten soll, recht glatt zu machen.

Es wird jetzt eine Lehre, deren wirkende Kante nach der Linie β a läuft, angewendet, um das Hemd, d. i. das eigentliche Modell der Gl zutragen. Behufs leichter demnächstiger Ablösung des Hemdes v

überstreicht man vor dem Auftragen des ersteren den Kern mit einer Holzaschenbrühe und lässt den Anstrich trocknen. Das Auftragen des Hemdes erfolgt dann meistens in mehreren Schichten, die einzeln getrocknet werden, so dass die unvermeidlichen Klüfte, die Folgen des Schwindens, gemindert bezw. wieder geschlossen werden. Die Mantelform oder der Mantel, dessen äussere Begrenzung die Linie $\gamma\gamma\gamma$ bezeichnet, soll ungeteilt vom Hemd abgezogen werden. Deshalb dürfen dieses Abheben hindernde Gesimse, Bildwerke oder dergleichen nicht mit dem Hemd aus einem Stück gefertigt, vielmehr muss ein Verfahren angewendet werden, welches dem w. o. (S. 259) erwähnten Anstiften einzelner Modellteile gleichwertig ist. Man verfertigt deshalb z. B. die Gesimse auf dem Hemd aus Wachs, legt Inschriften aus wächsernen Buchstaben, Bildwerke u. dergl. auf das Hemd, behufs deren leichter Befestigung das Hemd nicht selten mit einer dünnen Wachsschicht überzogen wird, und setzt das aus Wachs (in Hohlguss) gefertigte Modell der Krone (nachdem die Welle *d* nicht mehr gebraucht wird, und die obere Öffnung des mittleren Schachtes im wesentlichen geschlossen ist) nebst den Modellen für den Einguss und die Windpfeifen oben auf. Um an Wachs zu sparen, werden Schriftzeichen, Bildwerke und andere Teile (letztere namentlich bei anderen Lehmgussformen als solchen für Glocken), welche aus Metall, Gips, Holz oder dergl. hergestellt sind, mit Wachs nur angeklebt oder auch nur so lange an ihrem Orte festgehalten, bis der Lehm des Mantels sie festhält. Das Auftragen des Lehms, welcher den Mantel bilden soll, findet übrigens gerade so statt, wie vorhin beschrieben, wobei zu bemerken ist, dass man zuweilen mit einer dünnen Schicht feinen Lehms beginnt, um eine möglichst glatte Gussoberfläche zu erhalten. Bei dem Trocknen schmilzt das Wachs, so dass, nachdem man dem Mantel durch Auflegen geeigneter Reifen u. dergl. die nötige Festigkeit gegeben hat, dem Abheben desselben kein Hindernis mehr im Wege steht. Seine Innenfläche wird sorgfältig nachgesehen, nach Umständen ausgebessert, auch wohl durch Einritzen oder Eingraben mit weiteren Verzierungen oder dergl. versehen und hierauf geschwärzt. Andererseits zertrümmert man das Hemd oder Modell und hebt dessen Bruchstücke vorsichtig von dem Kern ab, welcher hierauf ebenfalls vollendet wird. Nachdem endlich der Mantel wieder über den Kern gestülpt ist (die richtige Lage für den ersteren bestimmt ein Falz am Fusse des Kernes), wird der Hohlraum zwischen der Mantelform und der Dammgrubenwand schichtenweise mit Sand gefüllt und jede Schicht festgestampft, so die Form sorgfältig eingedämmt, um sie gegen die Drücke des flüssigen Metalles genügend widerstandsfähig zu machen.

Die Kerne gerader Röhren dreht man, während die Lehre festliegt. Als Gerippe für den Kern oder als Kernspindel diene eine Röhre, deren Wandung durchlöchert ist, um den Gasen möglichst freien Abzug zu gewähren. Die Kernspindel ist an beiden Enden mit Zapfen versehen, welche in Lagern eines Gestelles sich zu drehen vermögen. Einer der Zapfen trägt einen Krummzapfen oder ist mit einer anderen Drehvorrichtung ausgerüstet. Mit dem erwähnten

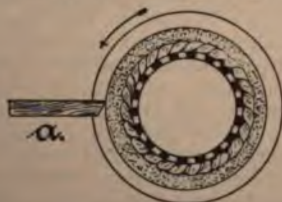


Fig. 200.

Gestell ist die Lehre *a*, Fig. 200, fest verbunden. Man wickelt nun um die Kernspindel Strohseile. Sie sollen das Anhaften des Lehmes fördern, den Gasen den Austritt erleichtern und dem Lehmüberzuge eine nachgiebige Unterlage darbieten, damit die gegossene Röhre zu schwinden vermag. Den Strohseilen wird

sodann der Lehm in gewöhnlicher Weise aufgetragen, und zwar nach Umständen schichtenweise.

Formen für reich gegliederte Maschinenteile erfordern nicht selten die sämtlichen hier besprochenen Lehmformverfahren gleichzeitig; manche Teile solcher Formen werden für sich hergestellt und nach Art der Kernstücke oder Kerne zu den anderen gefügt, auch paart sich mit dem Formen in Lehm häufig die Kastenformerei, sobald durch ihre Zuhilfenahme ein Vorteil erzielt werden kann, gerade so wie der Kastenformerei häufig in Lehm geformte Kerne und Kernstücke unentbehrlich sind.

Im ganzen genommen setzt die Lehmformerei grösseren Scharfblick, grössere Sorgfalt und Geschicklichkeit seitens des Arbeiters voraus, als die Kastenformerei. Der Lehmformer bekommt die Zeichnung des Gegenstandes, einige Lehren und nach Umständen Modelle einzelner Teile in die Hände; es ist seine Aufgabe unter Benutzung geeigneter Messwerkzeuge die Form regelrecht herzustellen.

An diesem Orte mögen noch einige Worte über das Formen der Bildsäulen folgen, und zwar hauptsächlich, um die Herstellung der zugehörigen Kerne zu erläutern. Man giesst die Bildsäulen und ähnliche Gegenstände möglichst aus einzelnen Teilen, teils um Verzerrungen durch das Schwinden vorzubeugen, teils um einfachere Gussformen zu erhalten, teils aber auch um Gelegenheit zur Anbringung kräftiger und zur Gasabfuhr geeigneter Kernvorsprünge, bezw. Kernsteifen zu erhalten. Die Stücke müssen dünnwandig gegossen werden, weniger der Ersparnis an Metall halber, als in Rücksicht auf das Saugen (vergl. S. 213); das w. o. (S. 241) erwähnte Ausschwenken des überflüssigen Metalles ist aber vielfach erschwert, bei grösseren Stücken geradezu unmöglich, weshalb die schwierige Herstellung der unregelmässig gestalteten Kerne häufig nicht umgangen werden kann, deren Stützung und Gasabfuhr also von hervorragender Bedeutung ist.

Für grössere Bildwerke empfiehlt sich das folgende umständliche Verfahren, weil es die grösste Gewähr für das Gelingen des Gusses bietet. Nach dem Modell werden aus Gips gegossene Form- oder Kernstücke hergestellt, die besonders zusammengebaut einen dem Modell gleichen Hohlraum umschliessen. Auf der inneren Seite belegt man jedes Formstück mit einer Wachsschicht, die der verlangten Metallstärke entspricht, fügt auch in diese Wachsschicht eiserne Haken, die nach innen hervorragen. Nunmehr baut man die einzelnen Formstücke um ein eisernes Gerüst und füllt den Hohlraum mit Kernschlichte (gleiche Teile Gips und Ziegelmehl mit Wasser zu Brei angemacht) und nimmt nach dem Erhärten der Kernschlichte die Gips-Formstücke ab, so dass gewissermassen ein wächsernes Bild des ursprünglichen Modelles vorliegt. Dasselbe wird nach Bedarf ausgebessert, Eingusskanal und Windpfeifenformen (aus Wachs oder Talg) angebracht und nunmehr das Ganze — auch die Kernvorsprünge und Kernsteifen — zunächst etwa 2 *cm* dick mit Formkitt (Gemisch von feinem Lehm, Ziegelmehl und Leimwasser) und nach dessen Erhärten mit Formerlehm überzogen, der schliesslich die erforderliche Ausrüstung durch eiserne Reifen erhält und in der Dammgrube eingedämmt wird. Die aus Wachs gebildeten Teile (das Hemd und die Modelle für Eingüsse und Windpfeifen) schmelzen beim Trocknen der Form, auch der Talg, mit dem man die röhrenförmigen Kerngerippteile (welche auch der Gasabfuhr dienen sollen) ausgefüllt hatte um das Eindringen der Kernschlichte zu verhüten, fliesst beim Trocknen aus. Man steigert schliesslich die Temperatur (das Brennen), so dass möglichst alle Feuchtigkeit ausgetrieben wird.

nsser der Umständlichkeit dieses Verfahrens ist demselben vorzuwerfen, im Brennen der Form sowohl die Mantelform, als auch der Kern Risse n kann, die man weder zu sehen noch auszubessern vermag.
ıdem man die Kernschlichte unmittelbar in die aus Gipsstücken gebildete über das Kerngerüst) giesst und nach Beseitigung der Gipsform von dem ıenen, aus Kernschlichte bestehenden Modell die Metallstärke abschneidet, sform wieder zusammenbaut und Wachs eingiesst, im übrigen aber wie verfährt, kommt man etwas rascher zu gleichem Ergebnis.
erner werden die Formteile um das Gipsmodell aus magerem Lehm, bezw. Sande einzeln geformt und getrocknet, dann zusammengebaut und in m Masse ein Kern aufgemauert und mit Lehm überzogen (und in Abgetrocknet), dessen Fläche von der Fläche der Formstücke um die Metallabsteht. Eingusskanäle u. s. w. sind in die Formstücke zu schneiden ıch Umständen mit Thonröhren auszufüttern. Dieses billige Verfahren ın dem Übelstande, dass der Sand feine Linien weniger scharf aufnimmt, oben genannte Formkitt, auch die Beseitigung der, durch die Fugen rmstücke entstehenden Gussnähte Gefahren für die Treue der Nach; in sich birgt. Andererseits hat die Verwendung des Sandes für die form und des Mauerwerks für den Kern den Vorteil des geringeren dens für sich. Einige andere Formverfahren weichen in Einzelheiten n angegebenen ab.
.us der gegebenen Beschreibung des Formens in Sand geht ge1 hervor, dass solches grosse Ansprüche an die Handfertigkeit, ıt und auch Zeit der Arbeiter stellt.
nsbesondere ist das schwierige Modellausheben von Bedeutung, inwenn es misslingt, äusserst zeitraubende Nacharbeiten erforderlich ı.
.uch das Einstampfen des Sandes fordert Beachtung, weil dasselbe irperkräfte und das Schätzungsvermögen in hohem Grade in Annimmt.
ndlich fallen die Kosten für die Modelle verhältnismässig gross renn nur wenige Gussstücke nach einem Modell hergestellt werden

)ie erwähnten Umstände haben zu Verfahren geführt, welche die llung der Gussstücke billiger machen sollen, entweder durch Erıse an Arbeitslöhnen, oder durch Ersparnisse an Modellkosten. :h wird durch die gleichen Mittel auch die Güte der Gusswaren :n.
[an fasst die betreffenden Einrichtungen unter dem Namen Formıinen zusammen, obgleich sie häufig einer Maschine wenig ähnnd.
Die angewendeten Mittel sollen Ersparnisse an Arbeitsn herbeiführen.
m Jahre 1827 führte der damalige Oberfaktor Frankenfeld in :-Hütte a/Harz, in Verbindung mit dem Modellmeister Just. Heyder em Formermeister Ludw. Flentje die Modellplattenformerei Ältere Anwendungen dieses Formverfahrens sind mir nicht begeworden.
ames Warren verwendet bei dem am 1. Aug. 1846 in England

D. p. J. 1883, **246**, 544.

entsprechender Stücke in der Nähe des Modelles nach der Linie gebildet, welche die Gestalt des Modelles verlangt, und die Fläche von dort aus bis zum ebenen, mit dem Formkasten in Berührung tretenden Rande der Modellplatte durch allmähliche Übergänge gebildet; nachdem beide zusammengehörige Modellplatten richtig hergestellt sind, gelingt das Formen mittels derselben gerade so gut, wie mit ebenen Modellplatten.

Bei dem Abheben der Modellplatte fällt dem Arbeiter die Aufgabe zu, das Ecken derselben zu verhüten: es soll jeder Punkt der Modellplatte in gleichem Masse abgezogen werden. Um diese Aufgabe zu erleichtern, hat man Einrichtungen getroffen, vermöge welcher entweder die Modellplatte oder der Formkasten mittels Hebel, Schrauben oder Zahnstangen von dem anderen Teil ganz gleichmässig entfernt wird.[1])

Bei Benutzung dieser Maschinen ist erforderlich, die von dem Modell gelöste Form mittels der Hand oder mit Hülfe eines Krahnes abzuheben. Bequemer ist in dieser Richtung eine Anordnung von Muir und M'Ilwham[2]). Dieselben versehen die sonst der Frankenfeld'schen ähnliche Modellplatte mit zwei Schildzapfen, welche in senkrecht genau verschiebbaren Lagern (letztere befinden sich an den oberen Enden zweier senkrechter, gut geführter Stangen) sich zu drehen vermögen. Man formt, während die Modelle nach oben gekehrt sind in gewöhnlicher Weise, dreht dann die Modellplatte nebst dem an ihr befestigten Formkasten um 180°, senkt beide so weit, bis der Formkastenrücken auf einem untergeschobenen Wagen liegt, löst die Verbindung zwischen Formkasten und Modellplatte und hebt letztere nebst den Modellhälften mittels oben erwähnter Stangen empor. Die fertige Form wird hinweggefahren und die Modellplatte behufs wiederholter Benutzung in ihre frühere Lage gekippt.[3])

Die hier beschriebenen bezw. angezogenen Einrichtungen müssen paarweise vorhanden sein, so dass die eine nur zum Füllen der Unterkasten, die andere zum Füllen der Oberkasten dient. Für kleinere Giessereien entstehen hieraus zuweilen zu grosse Anlagekosten. Fairbairn und Hetherington[4]) haben diesen Übelstand zu beseitigen gesucht, indem sie die eine Modellhälfte auf die eine, die andere Modellhälfte auf die andere Seite der Modellplatte legen, und zwar genau einander gegenüber, so dass die Modellhälften nur um die Dicke der Modellplatte voneinander abstehen. Die Stifte des einen Kastens sind

---

[1]) De Bergue, Neuer Schauplatz der Künste und Handwerke, Bd. 258, S. 213, Weimar 1863.
Lohse (1867): D. p. J. 1882, **246**, 12 m. Abb.
Eisenwerk Marienhütte: D. R. P. No. 15489; D. p. J. 1882, **246**.
Gibbon: The Engineer, Juli 1882, S. 22 m. Abb.

[2]) Engl. Patent vom 15. Jan. 1857; Zusatz vom 2. Febr. 1857.
Prakt. mech. Journ. Sept. 1857, S. 149 m. Abb.; Okt. 1857, S. 177.

[3]) Vergl. D. p. J. 1862, **167**, 1 m. Abb.
Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenwesen in Preusen, 1864, Bd. 12, S. 324 m. Abb.
Z. d. V. d. I. 1865, Bd. 9, S. 682 m. Abb.

[4]) Engl. Patent No. 13499 vom 10. Febr. 1881.
Mechan. Magazine, Aug. 1851, Bd. 55, S. 139.
Polytechn. Centralbl. 1851, S. 1302.

so lang, dass sie nicht allein durch die Modellplatte, sondern auch durch die Ösen des anderen Formkastens ragen, welcher gleichzeitig mit dem erst erwähnten Formkasten an der Modellplatte befestigt wird. Man stampft beide Kasten nach einander voll Sand, hebt zunächst den mit Ösen versehenen ab und darauf den mit Stiften behafteten. Auf das Losklopfen der Modellhälfte muss gegenüber dem ersteren Kasten verzichtet werden; es sind also so sorgfältig hergestellte Modelle und eine solche Einstäubung erforderlich, dass das Losklopfen überflüssig ist.

An sich hat das Fairbairn und Hetherington'sche Verfahren kaum einen Vorzug vor dem Formen mit einfacher Modellplatte. Woolnough und Dehnes[1]) i. J. 1876 für Preussen patentierte Vorrichtung, welche lediglich eine Vereinigung derjenigen von Muir und M'Ilwham und Fairbairn und Hetherington ist, darf aber Anspruch darauf machen als eine wesentliche Verbesserung der ältern bezeichnet zu werden, wenn auch für gewisse Fälle die Lohse'sche Maschine ihrer Einfachheit halber vorgezogen zu werden verdient. Die doppelte Modellplatte ist hier mit zwei Schildzapfen versehen, welche sich in, an den oberen Enden genau senkrecht geführter Stangen befindlichen Lagern drehen. Diese Stangen dienen zum genauen Ausheben und die Schildzapfenanordnung dem Umkehren der Kasten. Abwechselnd wird je ein Ober- und ein Unterkasten geformt.

Bemerkenswerth ist die Herstellungsweise der Woolnough und Dehne'schen Doppel-Modellplatten[2]). In ein Paar grösserer Formkasten werden die Modelle in gewöhnlicher Weise eingeformt, darauf die beiden Kasten um die gewünschte Plattendicke durch Einlegen entsprechend dicker Leisten — zwischen welche die Schildzapfen und Randbegrenzungen der Platte eingedämmt sind — von einander entfernt und der Hohlraum mit flüssigem Eisen gefüllt. Lagen die Kastenhälften genau richtig einander gegenüber, so müssen auch die, auf der gewonnenen Doppel-Modellplatte gewonnenen Formen auf Grund ihrer Stifte, bezw. Ösen in die richtige gegenseitige Lage kommen. Es darf jedoch nicht verschwiegen werden, dass die genaue gegensätzliche Lage der Modellhälften nur bei Aufwand grösster Sorgfalt erreicht wird. Mancherorts zieht man vor, die Modellhälften auf die Platte zu schrauben. Diesem Verfahren und dem Bestreben, der Platte eine möglichst grosse Steifigkeit zu geben, dienen die Gegenstände zweier Patente[3]).

Behufs besseren Ablösens der Formen von den Modellen lassen Gebr. Burgdorf[4]) die Stifte der Formkasten in einseitig gebohrte Löcher kleiner Walzen greifen, welche Walzen in der festen Modellplatte oder dem Maschinengestell mittels gekuppelter Hebel drehbar sind. Der vollgestampfte Formkasten erfährt durch diese Drehung kleine Verschiebungen gegenüber dem Modell. Soviel mir bekannt, wird von diesem Verfahren nur wenig Gebrauch gemacht.

---

[1]) D. R. P. No. 1391; Berliner Verhandl. 1880, S. 181 m. Abb.
Engineering 1880, Bd. 29, S. 355 m. Abb.
D. p. J. 1882, **246**, 14, m. Abb.

[2]) Vergl. Kick: D. p. J. 1880, **235**, 21 m. Abb.

[3]) E. Paul: D. R. P. No. 4814; Berl. Verhandl. 1880, S. 192 m. Abb.
Woolnough und Dehne: D. R. P. No. 8669; Berl. Verhandl. 1880, S. 491 m. Abb.

[4]) D. R. P. No. 3454; D. p. J. 1879, **232**, 30 m. Abb.

Die vorstehend erörterten Vorrichtungen, welche im wesentlichen ihre Zwecke durch möglichste Ausnutzung des Formkastenraumes, gewissermassen selbstthätiges Anbringen der Eingusskanäle und Windpfeifen, sowie durch genaues Ausheben der Modelle verfolgen, sind vielfach im Gebrauch, eignen sich aber naturgemäss nur für flache Modelle, bezw. solche, deren Seitenflächen wenig steil sind, indem den Kanten der Sandformen kein anderer Schutz gegen Ausbröckeln geboten werden kann, als derjenige, welcher in dem genauen Ausheben, der Glätte und dem vorherigen Bestauben der Modelloberfläche liegt. Das Ausklopfen wird zwar bisweilen angewendet, ist jedoch aus leicht ersichtlichen Gründen wenig wirksam.

Für Modelle mit steil abfallenden Seitenflächen muss daher den Sandkanten ein weiterer Schutz geboten werden.

Im Jahre 1831/32 ist für die technologische Sammlung der Hannoverschen Hochschule ein Formkasten heschafft, bei welchem bis hart an das Modell reichende Platten, indem sie dem letzteren gegenüber verschoben werden, den Sand von dem Modell abstreifen [1]). Die Sandkanten stützen sich dabei auf die Ränder der Platten, können somit nicht beschädigt werden. Der Gedanke durch solches Abstreifen die Sandkanten vor Ausbröckelungen zu schützen, war also um jene Zeit in Deutschland bereits bekannt. 1854/55 nahm Brown in Nordamerika ein Patent auf eine Röhrenformmaschine, welche durch Behn in Vollmacht des Erfinders 1855 in England eingeführt, und von Behn und Waltjen in Bremen vervollkommnet als Waltjen'sche Röhrenformmaschine in weiteren Kreisen bekannt geworden ist [2]). Bei dieser Formmaschine wird das Modell durch das Formbrett, in welchem eine genau dem Modell sich anschliessende Öffnung sich befindet, nach unten gezogen, also in gleicher Weise wie vorhin eine vortreffliche Stütze für die Sandränder gewonnen. Fig. 203 versinnlicht die Vorrichtung im senkrechten Schnitt. *f* bezeichnet das Formbrett, *m* das Modell, welches mit dem Maschinenteil *a* verbunden ist und mit ihm nach stattgefundenem Einformen nach unten gezogen wird, während die Sandränder sich auf das Formerbrett *f* stützen.

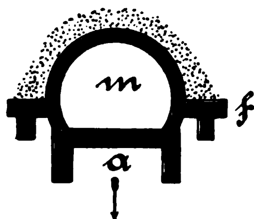


Fig. 203.

Von diesem Modellaushebungsverfahren wird ein ausgedehnter Gebrauch gemacht [3]). Man zieht unter Zurückhaltung des Sandes nicht allein das ganze Modell, sondern vielfach auch einzelne Teile desselben, und zwar nach Umständen in verschiedenen Richtungen aus, so dass auch solche Sandkanten gestützt

---

[1]) D. p. J. 1882, **246**, 8 m. Abb.

[2]) Prechtl, technol. Encyklop., Supplementband II, S. 629 m. g. Abb.

[3]) Brown, D. p. J. 1858, **149**, 102 m. Abb.
Jobson, Genie industriel, Okt. 1856, S. 169. D. p. J. 1857, **143**, 92 m. Abb.
Vergl. ferner die Stentz'sche Abhandl. in d. Z. f. d. Berg-, Hütten-

werden, welche sich nicht gegen das Formbrett, bezw. die Modellplatte, sondern andere Teile des Modelles legen. Auch für Kernformen, bezw. Kernkasten, ist dieses Trennungsverfahren des Sandes von den Wandungen des Kastens in mannigfachem Gebrauch.

Auch dem Einstampfen bezw. Festigen des Sandes durch mechanische Einrichtungen ist vielfach Aufmerksamkeit geschenkt worden, wenngleich die hierdurch zu erzielenden Ersparnisse weniger erheblich sind, als die durch die vorhin erörterten Verfahren dss Modellaushebens dargebotenen. Karmarsch erwähnt bereits 1838 [1]) die Benutzung einer schweren, auf dem Sande hin und her zu rollenden Kugel. Unter Bezugnahme auf das (S. 226) über das Verdichten Gesagte genügt hier zur Erledigung derartiger Verfahren die Bemerkung, dass auf diesem Wege im wesentlichen nur der Rücken der Sandform gefestigt werden kann, während die Dichtung derselben in unmittelbarer Nähe des Gussstückes mittels gewöhnlicher Handarbeit herbeigeführt wird. Dahin gehört auch Körting's Sanddichtsverfahren [2]).

Flachere Modelle werden jedoch auch eingeformt, indem man auf den Rücken, bezw. die, von den Modellen abgewendete Seite der Sandform presst [3]). Indem ich hinsichtlich der teilweise sehr hübschen mechanischen Einrichtungen auf die Quellen verweise, erwähne ich nur, dass Cochrane, Ugé, Reusch, Sagne ebene Druckplatten, während Wertheim, Gallas und Aufderheide, Laissle und Moore die Pressplatten als Spiegelbilder der Modelle gestalten, in der Erwartung, dass hierdurch die wünschenswerte Gleichartigkeit der Sandpressung erzielt werde und die Preumatic-Comp. sowie Moore elastische, mit Luft gefüllte Säcke benutzen. Sebold und Neff verwenden den Wertheim'schen gleiche

---

Salinenwesen in Preussen, 1864, S. 324 m. Abb.; D. p. J. 1862, **167**, 1 m. Abb.; Z. d. V. d. I. 1865, S. 684 m. Abb.; Dürre, Eisengiesserei, Bd. 2, S. 527 und 529 m. Abb.; Prakt. Masch. Constr. 1878, S. 10 und 1881, S. 183 m. Abb.

Hertzog's Riemenrollenformmaschine: D. R. P. No. 25250; D. p. J. 1884, **252**, 454 m. Abb.

Wurmbach's desgl. D. R. P. No. 29457; D. p. J. 1885, **255**, 320 m. Abb.

Hertzog's Kernformmaschine, D. R. P. No. 26772; D. p. J. 1884, **253**, S. 365 m. Abb.; Z. d. V. d. I. 1886, S. 449 m. Abb.

Käferle's Rippenröhrenformmaschine: Z. d. V. d. I. 1886, S. 449 m. Abb.

[1]) Prechtl, techn. Encyklop., Bd. 9, S. 595.

[2]) D. R. P. No. 29840; Z. d. V. d. I. 1885, S. 335 m. Abb.

[3]) Vergl. Cochrane, Engineering 1868, Bd. 6, S. 317 m. Abb.

Wertheim, D. R. P. No. 2733; Berl. Verhandl. 1880, S. 184 m. Abb.

Sebold u. Neff, D. R. P. No. 8390 u. No. 9089; Berl. Verhandl. 1880, S. 481 m. Abb.; D. p. J. 1880, **236**, 19; **237**, 439 m. Abb.

Gallas und Aufderheide, Engl. Pat. No. 5469 vom 29. Dez. 1880; Iron 1882, Bd. 19, S. 158 m. Abb.; Glaser's Annalen, Febr. 1882, S. 95 m. Abb.

Laissle, D. R. P. No. 18734, D. p. J. 1882, **243**, 456 m. Abb.

Ugé, D. R. P. No. 15570; D. p. J. 1882, **243**, 285 m. Abb.

Reusch, D. R. P. No. 15222; Z. d. V. d. I. 1886, S. 450.

Sagne, Génie civil, Dez. 1883, S. 141 m. Abb.; D. p. J. 1884, **253**, 365 m. Abb.

Preumatic-Company, Engineering, Apr. 1885, S. 394 m. Schaubild.

Moore, D. p. J. 1885, **255**, 319 m. Abb.; D. R. P. No. 38064; Z. d. V. d. I. 1887, S. 299 m. Abb.

d. Verfahren und Vorrichtungen, welche Ersparnisse an Modellkosten herbeizuführen bezwecken.

Ein Teil der hierher gehörenden Verfahren fällt im wesentlichen zusammen mit den Verfahren der Lehmformerei, unterscheiden sich von ihr eigentlich nur dadurch, dass man dem mageren oder fetten Sand statt des Lehms mittels Lehren die gewünschte Gestalt giebt[1]); ein anderer Teil bezieht sich auf das Formen der Zahnräder.

Die Zahnradmodelle sind, wenn sie genau sein sollen, sehr teuer; sie verlieren ihre Genauigkeit durch die Feuchtigkeit des Formsandes, bezw. das durch sie veranlasste Werfen, trotz guten Anstriches oft schon nach der ersten Benutzung und sind dann selten wieder zu der nötigen Genauigkeit zurückzubringen. Das Ausheben der Stirnradmodelle erfordert eine gewisse Verjüngung der Zähne, worunter deren Eingriff mit dem Schwesterrade leidet und wodurch das Verreissen der Sandform nicht immer verhindert wird. Man hatte sich deshalb daran gewöhnt, die Zähne solcher Räder, an deren Genauigkeit grössere Ansprüche gestellt wurden, so dick zu giessen, dass sie nachgearbeitet, berichtigt (justiert) werden konnten, wodurch naturgemäss erhebliche Kosten entstanden[2]). Die erwähnten und andere Gründe haben zu besonderen Formverfahren geführt.

Nach Chapelle[3]) formt man mittels eines Modelles, dessen Kranzdicke um die Höhe der Zähne vergrössert ist, ein glattrandiges Rad und legt dann ein, 3 bis 5 Zähne enthaltendes Bogenstück in die Form, dämmt die Zahnlücken ein, rückt das Bogenstück um eine oder zwei Zahnteilungen weiter und dämmt die frei gewordene Zahnlücke ein u. s. f. Auf diesem Wege ist offenbar eine genaue Form nicht zu erreichen. Ebensowenig mittels Sonolet's Verfahren[4]), nach welchem Kernstücke, welche den Zahnlücken entsprechen, aneinander gereiht werden sollen.

J. G. Hofmann erhielt am 11. Okt. 1839 für Preussen ein Patent auf ein Verfahren[5]), welches in seiner ursprünglichen Gestalt schon sehr gute Ergebnisse lieferte und vervollständigt jetzt das allgemein herrschende ist[6]).

Man schneidet den Radkranz, die Zahnhöhe und einen Zuglag zu derselben mittels Lehre in den Sand, zu welchem Zweck in der Mitte der Form eine entsprechend starke Spindel errichtet ist, um welche die Lehre sieh dreht (vergl. S. 266). Man senkt hierauf ein Zahnlücken-

---

1) Prakt. Masch. Constr. 1878, S. 334 m. Abb.; 1880, S. 11 m. Abb.
2) Vergl. D. p. J. 1856, **141**, 23; Z. d. V. d. I. 1874, S. 759; 1879, S. 99.
3) Genie industriel 1851, Bd. 2, S. 250; D. p. J. 1852, **123**, 411 m. Abb.
4) Prechtl, techn. Encykl., Supplementband 2, S. 625.
5) D. p. J. 1869, **194**, 352.
6) Litteratur über Räderformmaschinen: Ferrouilh: D. p. J. 1854, **131**, 430 m. Abb. De Louvrie: Génie industriel, Febr. 1856, S. 63 m. Abb.; D. p. J. 1856, **141**, 23 m. Abb. Jackson: Wieck's Gewerbezeitung 1856, S. 346 m. Abb. Hofmann: Z. d. V. d. I. 1860, S. 170; 1879, S. 99. Scott: Engl. Pat. No. 2751 vom 25. Okt. 1865, Z. d. östr. Ingen. u. Arch. Ver. 1869, S. 93 m. g. Abb.; D. p. J. 1869, **194**, 292 m. Abb.; 1877, **225**, 330 m. Abb. Duisburger Maschinenbau-Aktiengesellschaft: D. p. J. 1882, **246**, 169. Whittacker: Engineer 1878, Bd. 46, S. 460 m. Abb.; Prakt. Masch. Constr. 1879, S. 166 m. Abb. Brieglebb, Hansen & Co. und Otto Gruson: D. p. J. 1882, **246**, 170. Bukley & Tailor: Revue industr., Aug. 1884, S. 315 m. Abb. Briegleb, Hansen & Co.: D. R. P. No. 28591; Z. d. V. d. I. 1886, S. 450.

nodell in die gebildete Vertiefung, dämmt die Lücke ein, hebt das Modell empor und senkt es in der Entfernung einer Zahnteilung wieder ein u. s. f. Behufs Gewinnung der genauen Zahnteilung wird das Fortrücken des Schlittens, in welchem das Zahnlückenmodell senkrecht verschiebbar ist, auf Grund einer Teilvorrichtung (Hofmann und seine Nachfolger) oder einer für den Einzelfall rings um die Form angebrachten Einteilung (Ferrouilh) vorgenommen. Die senkrechte Verschiebung des Zahnlückenmodelles mittels eines genau geführten Schlittens macht keine Schwierigkeiten; auf die Anfertigung des Zahnlückenmodelles kann alle Sorgfalt verwendet werden (man macht es aus hartem Holz oder auch aus Metall), da es nur einmal gemacht zu werden braucht. So liegen die günstigsten Verhältnisse für genaues Ausziehen desselben vor. Bei Stirnrädern kann man, um jedes Verreissen der Sandform zu verhüten, ein in das Zahnlückenmodell genau passendes Brettchen auf den Sand legen und dasselbe, während das Zahnlückenmodell ausgehoben wird, leicht niederdrücken.

Je nach Umständen wird nun die Form festgelagert und das Zahnlückenmodell ruckweise weiter gedreht (Scott, Duisburger Maschb. Akt. Ges., Gruson, Buckley & Tailor, Briegleb, Hansen & Co. neue Masch.) oder die Form gedreht, während das Zahnlückenmodell seinen Ort nicht wechselt (Jackson, Whittacker, Briegleb, Hansen & Co. ältere Masch.).

Die Radnabe und die Arme formt man häufig in gewöhnlicher Weise, häufiger durch Ausschneiden des Sandes oder, indem man an jede Seite des Rades eine durch Ausschneiden gestaltete Formfläche legt und den Hohlraum zwischen diesen, soweit er nicht von den Armen und der Nabe in Anspruch genommen wird, durch Kernstücke ausfüllt.

Die in Rede stehenden Formmaschinen gestatten auch Wurmräder in voller Genauigkeit einzuformen[1]); ebenso die mehr und mehr beliebt gewordenen Räder mit Zähnen, welche in ihrer Längenrichtung geknickt sind und zwar, weil ohne Schwierigkeit eine gegensätzliche Verschiebung zwischen Form und Zahnlückenmodell in der Richtung des Radhalbmessers möglich ist[2]), auch können nach derselben Quelle diejenigen Sandkörper, welche zur Aussparung der Löcher für die Holzverzahnung dienen, mit Hilfe der Maschinen genau eingedämmt werden.

γ. Das Giessen der Metalle muss in Rücksicht auf die während des Einfliessens stattfindende Abkühlung, wodurch die Dünnflüssigkeit derselben leidet, stattfinden. Diese Abkühlung ist um so grösser, je kleiner die Querschnitte der Zuleitungskanäle sind und je weniger rasch das Metall fliesst. Man drückt deshalb zuweilen das Metall mit Hilfe sogenannter Giesspumpen[3]) in die Form, was natürlich nur für leicht schmelzbare Metalle (für Lettern, Plomben und dergl.) zulässig ist, oder legt den Eingusstrichter viel höher als die Form, so dass die

---

[1]) Z. d. V. d. I. 1879, S. 106 m. Abb.
[2]) Z. d. V. d. I. 1886, S. 451 m. Abb.
[3]) Prechtl, techn. Encyklop. 1851, Bd. 17, S. 79 m. Abb.

d. Verfahren un
Modellkosten herbei

Ein Teil der hi
zusammen mit den
von ihr eigentlich
statt des Lehms
anderer Teil bezi

Die Zahnrad
lieren ihre Genau
sie veranlasste
nutzung und si
bringen. Da
jüngung der
wodurch das
hatte sich d
keit grösser
arbeitet, b
Kosten en
Formverfa

Na
dicke u
legt d
dämm
Zahn
Auf
Ebe
wel

P
s

Eintreiben desselben in

für gewöhnlich erfolgt
das Metall auf möglichst
geführt, was nicht selten zahl-
einflusskanal abzweigende,
dieses Verfahrens, unter-
zu schützen, muss je-
zurücktreten.
fläche des flüssigen Metalles
stoff derselben sogenannten
form gelangt, die Güte des
oder Zurückhalten hindert
in den Einguss zu gelangen;
Schaumes an dem abwehren-
die Giesspfannen zuweilen so
grösserer Tiefe abfliessen kann, so
wird. Fig. 204 ist ein senk-
teten Giesspfanne; es ist eine
Innere der Pfanne einen Lehmüber-
widerstandsfähig zu sein), welche
anne, andererseits bis nahe auf den
des Metalles erfolgt daher bei jeder
fläche. Derselbe Gedanke hat auch
ren, aber andere, demselben Zweck
gemacht.



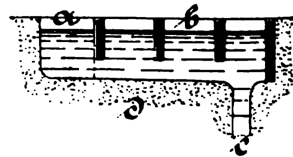


Fig. 205.

Schneider's erwähnenswert, welche aus
Fig. 205, mit mehreren Querwänden besteht.
rechts liegende Querwand ist ebenso hoch,
die übrigen Querwände ragen nicht so tief
und dem Sande, welcher im wesentlichen
Der Rahmen wird so, wie die Figur zeigt,

Sand der Gussform eingedämmt; c bezeichnet den zur eigentlichen führenden Kanal und in a wird das Metall gegossen, welches so- um nach c zu gelangen, unter den Querwänden hinwegfliessen muss. irkung ist ohne weiteres zu erkennen. Diese Vorrichtung erinnert e alte Giesserregel, nach welcher der Einguss während des Giessens gefüllt gehalten werden soll: in dem vollen, entsprechend weiten s schwimmt der Schaum und wird nicht mit nach unten gerissen. olle Sicherheit gewähren die erwähnten Vorsichtsmassregeln jedoch Teilweise erfolgt neue Schaumbildung zwischen der Reinigungs- und dem Einflusskanal, teilweise kann unterwegs irgend welcher tz in das Metall fallen, teil- endlich können Sandteile, in- er ungemein lebhaften Spülung des Metalles, von dem Einguss en Kanalwandungen abgerissen . Man entschliesst sich daher zur Anwendung des **steigen- iessens.**

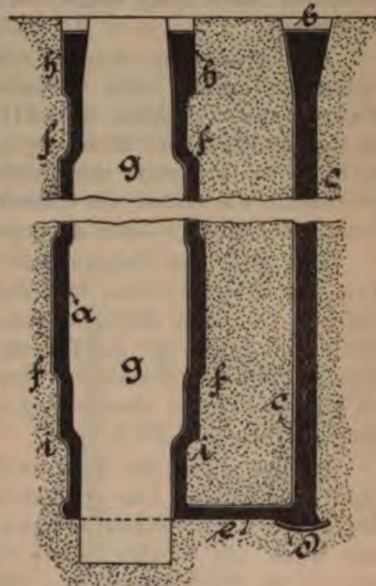


Fig. 206.



Fig. 207.

ig. 206 und 207 sind zwei Schnitte ussform für eine hohle Welle a, etztere **steigend** gegossen werden bezeichnet den Eingusstrichter, m aus das flüssige Eisen durch hre c zunächst nach unten fällt; bringt man wohl eine eiserne an, um ein Abspülen des Sandes die Wucht des niederfallenden zu verhüten. Der Kanal e führt en in die eigentliche Form, welche m aufgestampften Sande f einer- nd dem Kern g andererseits ge- wird. Unten wird der Kern in nd der Mantelform gesetzt, oben er durch einzelne Stücke, oder durchbrochenen Ring gegen die form abgestützt. Indem das flüssige nten in die Form eintritt und in verhältnismässig langsam empor- haben die etwa in ihm befind- Schmutzteilchen Gelegenheit, ver- rer geringeren Einheitsgewichtes erfläche empor zu steigen und hliesslich im **verlornen Kopf** h meln. Plötzliche Verjüngungen n Schmutzteile festhalten, wes- att derselben allmähliche Über- (bei f) angebracht sind. Die idung des Schmutzes wird zu- noch dadurch gefördert, dass man nal e, Fig. 207, seitwärts in die Form münden lässt, wodurch eine leb- eisende Bewegung des emporsteigenden Eisens veranlasst wird.

an behauptet, dass bei diesem Verfahren auch die von dem Eisen uckten Gase leichter zur Abfuhr gelangen, als bei dem gewöhn- Giessen von oben nach unten.

Andere Zwecke verfolgt man mit folgender Einrichtung der Gussform. Von der senkrechten Röhre *c*, Fig. 206, wird nicht nur tief unten ein Kanal *e* zur Gussform geleitet, sondern ausserdem mehrere über diesem liegende. Alsdann füllt sich der untere Teil der Form durch den untersten Kanal, der folgende durch den nächst höheren Kanal u. s. f., so dass zu unterst das kälteste, in jeder höheren Schicht aber wärmeres Metall sich befindet. Das erinnert an das Heiss- bezw. Kaltgiessen des Zinns (vergl. S. 213) und dient gleichen Zwecken: es soll das untere Metall zuerst erkalten, während das nächst höher befindliche noch flüssig ist und in dem Masse nachsackt, wie das untere schwindet. Man findet dieses Verfahren namentlich beim Bildsäulenguss angewandt.

Die bedeutenden Drücke, welche das flüssige Metall auf die Formwandungen ausübt, sind wiederholt erwähnt, insbesondere ist auf die Wirkung des Auftriebes (S. 261) hingewiesen. Diesen Drücken muss selbstverständlich voll Rechnung getragen werden. Die Grösse derselben ist leicht zu berechnen, wenn man das Einheitsgewicht der Metalle und die Gestalt wie Grösse des Gussstückes, insbesondere auch die Höhe der Drucksäule, unter welcher es gegossen wird, kennt.

Man giebt den Formen teils durch die Formkasten, teils durch Gerippe, Kernsteifen, teils durch umgelegte Reifen die nötige Festigkeit und tritt dem Auftriebe entweder durch Verankerungen der Formteile, oder durch auf die Formen gelegte Beschwerungsstücke entgegen. Statt der Formkasten bezw. Reifen verwendet man, namentlich bei höheren Formen, zweckmässig das Eindämmen in besondere Dammgruben (vergl. S. 267).

Das Eingiessen des flüssigen Metalles soll mit bestimmter Geschwindigkeit geschehen. Das erreicht man durch entsprechende Neigung der Giesskellen und Giesspfannen (s. w. u. unter Anfassen u. s. w.), oder wenn das flüssige Metall von dem Ofen oder dem Behälter, in welchem es aufgespeichert ist, durch Kanäle in die Form geleitet wird durch Schützen, welche eine Regelung des Metallzuflusses gestatten. Zuweilen ersetzen Sanddämme diese Schützen.

Sofern die Formflächen mit einer Kohlenstoffschicht überzogen sind, oder der Sand mit Kohlenstaub gemengt ist, entwickeln sich brennbare Gase, welche durch die Poren der Form und die besonders angebrachten Windpfeifen entweichen. Sie mischen sich mit der umgebenden Luft und bilden unter Umständen Knallgas, welches, wenn es zufällig entzündet wird, heftige Lufterschütterungen und Erschütterungen der Form herbeiführt, welche letzterer sehr gefährlich werden. Man gebraucht daher bei solchen Formen, welche grössere Mengen brennbarer Gase entwickeln, die Vorsicht, wenigstens vor den Öffnungen der grösseren Windpfeifen Feuer anzumachen oder auf andere Weise dafür zu sorgen, dass die Gase bei ihrem Austritt sofort entzündet werden.

δ. **Das Giessen anderer geschmolzener Stoffe als der Metalle** welches bei den vorherigen Erörterungen unbeachtet blieb, hat an sich

ne geringe Bedeutung, unterliegt überdem im wesentlichen denselben dingungen, wie das Giessen der Metalle.

Insbesondere ist das der Fall bei dem Giessen des Schwefels, des achses und Talges, Stearins und Paraffins, des Leims und anderer Stoffe.

Besondere Gestalten veranlassen die Anwendung gewisser Kunstgriffe, hufs Erleichterung der Arbeit. So werden die Kerzen bei Anwendung wöhnlicher Handarbeit in stark verjüngten Formen gegossen; die iessmaschine gestattet dagegen, den Kerzen in ihrer ganzen Länge eiche Querschnitte zu geben, indem der bewegliche Formboden behufs ushebens des erstarrten Gussstückes emporgeschoben wird [1]).

Das sogenannte Giessen des Glases gehört nicht hierher, sondern m Prägen und teilweise zum Walzen (s. w. u.).

D. Das Prägen oder Pressen.

Während bei dem Giessen das Gewicht der flüssigen Stoffe genügt ie Anwendung der Giesspumpe bildet eine Ausnahme), um dieselben r Ausfüllung aller Hohlräume der Form zu veranlassen, verlangt das ringere Fliessungsvermögen der durch Prägen oder Pressen umzuestaltenden Gegenstände die Zuhilfenahme einer grösseren äusseren Kraft. ie Einrichtungen der Formen und ie an sie hinsichtlich ihrer Widertandsfähigkeit und Ablösbarkeit von em behandelten Gegenstande sind n wesentlichen dieselben wie bei em Giessen, nur müssen im allgeneinen die Formen fester sein, weil grössere Drücke angewendet werden nd ferner ist die Beweglichkeit wenigstens eines Formteiles behufs Übertragung des Druckes erforderlich.

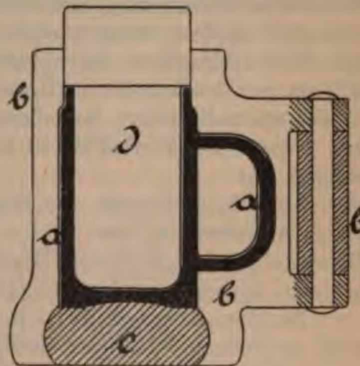


Fig. 208.

Das Bierglas *a*, Fig. 208, nebst Henkel wird in folgender Weise gepresst. Die zwei halben Mantelformen *b* sind durch Gelenk und (in er Figur nicht angegebene) Schliesshaken miteinander verbunden. Sie alten vermöge einer Kerbe den Bodenformteil *c* fest. In die oben ffene Form giesst man so viel Glas, als für den Schoppen erforderlich t, und presst hierauf den vierten Formteil *d* rasch und mit grosser raft ein, so dass die zähflüssigen Glasteile gezwungen werden, alle ohlräume der Form aufzusuchen und auszufüllen; der Kern *d* wird aldmöglichst wieder zurückgezogen, um das Schwinden des Glases nicht stören, auch die Mantelform aus gleichen Gründen rasch abgelöst und s fertige Stück behufs langsamen Abkühlens in den Kühlofen gebracht.

---

[1]) Polyt. Centralbl. 1860, S. 798 m. Abb.
Wagner-Fischer, Chem. Technologie, 12. Aufl., S. 908 m. Abb.
D. p. J. 1883, **248**, 169 m. Abb.
The Engineer, Dec. 1884, S. 476 m. Abb.

Ein Überschuss an Glas bringt einen sehr dicken Boden hervor; wenn wenig Glas in die Form gegeben wird, so entsteht ein dünner Boden.

Nach diesem Verfahren werden zahlreiche Glasgegenstände gestaltet.

Sehr nahe mit ihm verwandt ist das Pressen stark erwärmten Schmiedeisens, welches zuerst von J. Haswell i. J. 1861 in grösserem Massstabe durchgeführt wurde [1]).

Haswell will das Verfahren zum Gestalten verschiedener Schmiedestücke der Lokomotiven verwenden. In der That scheint es für diese und ähnliche in grossen Mengen verlangte Stücke deshalb sich zu empfehlen, weil die erheblichen Einrichtungskosten, insbesondere auch die Kosten für die Formen sich auf eine grosse Zahl Werkstücke verteilen. Das vorbereitete, seiner Menge nach möglichst genau abgemessene Eisen wird in die Form gebracht und sodann der obere Formteil mittels einer Wasserdruckpresse niedergedrückt. Sofort nach stattgefundener Gestaltung des Werkstückes trennt man die einzelnen Teile der Form von demselben, was durch das Schwinden des erkaltenden Eisens — je nach der Art der Formteile — teilweise gefördert, teilweise erschwert wird.

Bei vorliegender Arbeit dürfen die Werkstücke nicht nennenswert verschieden werden, während verschieden dicke Bierglasböden zulässig sind. Man ist aber auch nicht im stande, die für das Werkstück erforderliche Eisenmenge mit völliger Genauigkeit abzumessen, weshalb Haswell an dem beweglichen Formteil Öffnungen frei lässt, durch welche das überflüssige Eisen hervorquellen kann. Allerdings dürfte ein solcher Abfluss nur bei erheblicher Überschreitung der Festigkeit des behandelten Stoffes wirksam sein. Man findet denn auch, dass Haswell den Druck auf 1 *qmm* des Werkstückes (hochglühendes Eisen!) bis auf 20 *kg* gesteigert hat.

Auch beim Pressen des Glases sieht man in einzelnen Fällen derartige Abflussstellen vor; in der Regel aber vermeidet man sie, weil die Bruchstellen, welche durch Beseitigung des hervorgequollenen, dann erhärteten Glases entstehen, umständliche Nach-Arbeit verursachen.

Bei dem Pressen der Thongegenstände ist häufig darauf Rücksicht genommen, dass der im Überschuss in die Form getragene Thon zu entweichen vermag. Häufiger jedoch (vergl. S. 230) lässt man sich eine geringe Abweichung von der verlangten Dicke oder von der gedachten Druckgrösse gefallen. Allgemein genommen wird das Abfliessen überschüssigen Stoffes dann berücksichtigt, wenn das Fliessungsvermögen des betreffenden Stoffes ein grosses ist.

Was die Ablösbarkeit des Geprägten von der Form anbetrifft, so kann dieselbe in vielen Fällen unbeachtet bleiben, wenn nämlich durch das Schwinden des Stückes die Ablösung selbstthätig vermittelt wird. Meistens sind jedoch gewisse Vorsichtsmassregeln erforderlich. So werden die Formen für Thon mit Fett ausgestrichen, oder mit trocknem Sand bezw. Sägemehl bestreut, oder geheizt. Durch letzteres Verfahren soll nicht allein das Schwinden gefördert, sondern auch der sich entwickelnde Dampf zwischen Formwand und Arbeitsstück wirksam werden. Es ist

[1]) Z. d. östr. Ingen. u. Arch. Ver. 1872, S. 329 m. **Abb.**

auch vorgeschlagen, auf die Formfläche ein dünnes, biegsames Plättchen zu legen, den gepressten Gegenstand mit dem Plättchen aus der Form zu heben und letzteres sodann von dem Werkstück abzulösen.

In Formen für Glas giebt man wohl ein wenig Stroh, dessen Gase wirksam sein sollen.

Namentlich ist die Einrichtung der Form für die Lösbarkeit der gepressten Gegenstände von Bedeutung. Man bildet mit Vorliebe solche Gestalten durch Pressen oder Prägen, welche von einem Prisma und zwei verhältnismässig flachen Endflächen begrenzt sind.

Das ist beispielsweise der Fall bei den Münzen, den Thon- und Kohleziegeln, Büchsendeckeln u. s. w.

Derartige Gegenstände werden in einer Form gepresst, welche aus einem prismatischen Mantel und losem Boden und Deckel besteht. Nach dem Pressen schiebt man Deckel und Werkstück mittels des beweglichen Bodens aus dem Mantel (in einzelnen Fällen mittels des Deckels das Werkstück und den Boden), worauf die Ablösung verhältnismässig leicht gelingt.

Hierbei wird eine Verschiebung des Deckels, oder oberen Formteils gegenüber dem Boden, oder unteren Formteil und beiden gegenüber der Mantelform gefordert. Die Lösung der Aufgabe kann entweder auf dem soeben angegebenen Wege erreicht werden, oder indem man z. B. den Boden festhält, dagegen den oberen Formteil und den Mantel verschiebt.

Die erforderliche Pressung wird entweder unmittelbar durch die Hand, oder durch Schlagen, oder endlich durch Hebel-, Schrauben-, oder Wasserdruck hervorgebracht.

Der unmittelbare Handdruck ist entweder nur für kleine, weiche Gegenstände brauchbar, oder indem man z. Z. nur Teile des Werkstückes presst, wie z. B. bei dem Streichen der gewöhnlichen Mauerziegel.

Die aus Holz oder Eisen gefertigte Form für schlichte Steine bildet ein Rahmen, den man auf eine ebene Fläche, die Oberfläche des Ziegelstreichtisches, setzt, so dass die Form nur nach oben offen ist. Man wirft den vorher gehörig erweichten Lehm ein und drückt ihn sorgfältig nach allen Seiten in die Form. Schliesslich wird die obere Fläche des Ziegels mittels eines Richtscheites abgestrichen. Es handelt sich nunmehr um die Ablösung der Form von dem Ziegel. Um dasselbe zu erleichtern, war vorher der Formrahmen in Wasser getaucht und mit Sand bestreut; auch den Tisch hatte man mit Sand bestreut. Indem man nun mit einer geschickten Wendung den Formrahmen nebst Inhalt von dem Streichtisch abhebt und beide in aufgekippter Lage zu dem Orte trägt, an welchem das erste Trocknen des Ziegels stattfinden soll, indem man ferner hier Formrahmen nebst Ziegel wieder platt legt und nunmehr den ersteren vorsichtig empor zieht, gelingt das Ablegen des Ziegels ohne Umstände.

Der Schlag kommt zur Anwendung, indem man einen der Formteile, welcher dann mit der Form durch Gelenk verbunden ist, oder auf andere Weise die entsprechende Führung erfährt, mit entsprechender Wucht gegen das Werkstück führt oder mittels Hammers auf den beweglichen Formteil schlägt.

Letzteres ist insbesondere der Fall bei dem Schmieden in Gesenken. Man legt das entsprechend vorgerichtete und erwärmte Schmiedeeisen in den unteren Formteil, das Untergesenk, setzt das Obergesenk auf und schlägt auf letzteres ein oder mehrere Male, bis die gewünschte Umgestaltung erreicht ist. Das Untergesenk ist zuweilen mehrteilig, das Obergesenk besteht immer aus einem Stück.

Die Arbeit des Schlages geht zum Teil am Kopf des Obergesenkes verloren, diesen allmählich zerstörend; nur der Rest wird auf das Arbeitsstück übertragen. Es ist daher die Anwendung der Pressen sparsamer, solange sich lohnt, die Anschaffungskosten für dieselben aufzuwenden.

Die Wirkung der Werkzeuge, welche man mit dem Namen Punzen bezeichnet, ist im wesentlichen dem Prägen gleich zu rechnen. Ein entsprechend gestalteter Stempel wird gegen ein grösseres Werkstück so gedrückt, dass seine Erhabenheiten in letzteres eindringen. Nur die vom Werkzeug unmittelbar getroffenen Teile und deren Nachbarn weichen ihm aus; das Verschieben der Teilchen erfolgt im kleinen Raum, während der Hauptteil des Arbeitsstückes davon unberührt bleibt. Das ist jedoch nur zu erreichen, wenn das Gebiet, innerhalb welchem die Punze wirken soll, der Werkstückgrösse gegenüber klein ist. In besonderen Fällen, zum Beispiel bei dem Punzen der Münzstempel, der Unterstanzen (s. w. u.) u. s. w. ist man genötigt, das Werkstück mit einem Ring fest zu umspannen, um jede nicht beabsichtigte Umgestaltung zu verhindern.

Man spricht von Buchstaben-, Zahlen-, Blumen- u. s. w. Punzen, wenn diese Werkzeuge zur Hervorbringung der betreffenden Schriftzeichen oder kleiner Verzierungen, der Fabrikmarken u. s. w. dienen. Ebene, hohle, gewölbte und zugespitzte Punzen dienen der Vollendung metallner Bildwerke, zur Ausbildung ihrer Feinheiten. Die betreffenden Arbeiten werden zum Ziselieren gerechnet.

Das Rändeln bezweckt die Verzierung der Oberflächen einiger Drehkörper durch Eindrücken harter Werkzeuge.

Im allgemeinen sind zwei Arten des Rändelns zu unterscheiden. Zum Rändeln der Münzen (Eindrücken der an der Umfangsfläche befindlichen Inschrift) verwendet man gewöhnlich eine mit den betr. Typen versehene Leiste. Die Münze wird auf eine wagerechte Fläche und die schmale Fläche der ersteren an eine feste glatte Leiste gedrückt. Letzterer Leiste gegenüber verschiebt man die eigentliche Rändelleiste, so dass die Münze zwischen ihr und der festen Leiste rollt; gleichzeitig wird aber auch die Rändelleiste so derb gegen den Münzenrand gedrückt, dass ihre Hervorragungen in diesen dringen.

Auf der Drehbank bearbeitete Gegenstände rändelt man durch Andrücken eines Rändelrädchens, d. i. einer Stahlscheibe, deren Umfang in entsprechender Weise gestaltet ist und sich um einen, in einer Gabel gelagerten Bolzen lose dreht. Die Gabel wird nach Umständen mit der Hand geführt, oder in den Werkzeugschlitten der Drehbank gespannt.

In ähnlicher Weise werden auch andere Flächen verziert, indem man ein Rändelrädchen über dieselben, längs bestimmter Linien, unter entsprechendem Druck hinwegführt, oder auch, statt des Rändelrädchens eine Walze verwendet, deren Mantelfläche in geeigneter Weise gestaltet ist.

Verschiedene Pressen, bezw. Schmiedemaschinen findet man in unten verzeichneten Quellen beschrieben [1]).

---

[1]) Dachziegelpressen: D. p. J. 1874, **211**, 7 m. Abb.; 1876, **219**, 51 m. Abb.; 1879, **232**, 15 m. Abb.; 1881, **240**, 13, 14 m. Abb.; **242**, 180.
Mutterschmiedepressen: D. p. J. 1878, **229**, 108; 1879, **232**, 7

E. Das Strangpressen.

Wird ein Stoff, dem einiges Fliessungsvermögen eigen ist, einem Drucke ausgesetzt, welcher seine Festigkeit überschreitet, und ihm ein Ausweg durch die ihn im übrigen einschliessenden Wandungen gewährt, so quillt er aus der betreffenden Öffnung in Form eines Stranges, dessen Querschnitt gleich demjenigen der Ausflussöffnung ist, hervor.

Von diesem Vorgange wird in weitem Umfange Gebrauch gemacht, und zwar zur Erzeugung des Blei- und Zinndrahtes, der Blei- und Zinnröhren, der Nudeln oder Makkaroni, der Thonröhren und Ziegelsteine, der Gummi- und Guttapercha-Fäden und Röhren, ja es ist sogar in Vorschlag gekommen, Eisenblech und Eisendraht auf diesem Wege vorzubilden[1]).

Der Grundgedanke des Verfahrens in seiner Anwendung auf Blei ist bereits 1797 von Bramah, dem Erfinder der Wasserdruckpresse, aufgenommen[2]), bezw. von ihm in Vorschlag gebracht. Aber noch im Jahre 1822[3]) wurde die Ausführbarkeit solchen Verfahrens von hervorragender Seite bezweifelt.

Über die Bildung eines Thonstranges mittels Hervordrängens durch eine Öffnung, schrieb Schlickeisen eine beachtenswerte Abhandlung[4]).

Das Pressen des Drahtes, der Fadennudeln[5]), der Gummifäden[6]) und dergl. bedarf an dieser Stelle einer besonderen Erläuterung nicht; nur sei darauf aufmerksam gemacht, dass Mittel vorzusehen sind, vermöge welcher die gebildeten Stränge ihre Gestalt behalten und mit anderen keine Verbindung eingehen. In dieser Beziehung sucht man teils die Stoffe in einiger Steifheit zu bearbeiten, sie bei dem Austritt aus der Öffnung härter zu machen und den austretenden (Gummi-) Strang durch Wasser zu netzen oder mit einem Pulver zu überziehen.

Bei der Bildung der Stränge mit grösserem oder gar unrundem Querschnitt treten jedoch näher zu erörternde Schwierigkeiten auf. Der durch die betreffende Öffnung gepresste Stoff erleidet durch die Wandungen derselben eine gewisse Reibung, welche dem Ausfluss entgegenwirkt. Durch diese Reibung wird zunächst die Ausflussgeschwindigkeit desjenigen Stoffes vermindert, welcher mit den Wänden der Ausflussöffnung in unmittelbarer Berührung steht; er vermittelt durch die innere Reibung die Übertragung des Widerstandes auf die an ihn grenzende Stoffschicht, welche ihrerseits einen Teil desselben an die folgende Schicht abgiebt u. s. w. Die innere Reibung fliessender Stoffe kommt aber erst zur

---

Abb.; Z. d. V. d. I. 1880, S. 313 m. Abb., S. 317 m. Abb.; Glaser's Annalen, März 1884, S. 87 m. Abb.

Glaspresse: Annales industr. Apr. 1882, S. 464 m. Abb.

Tiegelpresse: D. p. J. 1884, **252**, 230 m. Abb.

[1]) Pielsticker und Müller, D. R. P. No. 29548; D. p. J. 1885, **255**, 323 m. Abb.

Brand, D. R. P. No. 30127; D. p. J. 1885, 257, 10 m. Abb. (Blech).

[2]) S. Rees, Cyklopaedia 1819, Bd. 27, Schlagwort Pipe.

[3]) Jahrb. d. Wiener polyt. Inst. 1822, Bd. 5, S. 403.

[4]) D. p. J. 1861, **159**, 335 m. Abb.

[5]) Makkaroni-Presse, Z. d. V. d. I. 1860, Bd. 4, S. 165 m. Abb.; 1870, Bd. 14, S. 251 m. Abb.

[6]) Heinzerling, Verfertigung der Gummi- und Guttaperchawaren, Braunschweig 1883, S. 92 m. Abb.

Geltung, sobald ein gewisses gegensätzliches Gleiten eintritt, d. h. die Geschwindigkeit des ausfliessenden Stoffes muss am Umfange am kleinsten, in der Mitte am grössten sein. Das hat zur Folge, dass der hervorquellende Strang berstet und die Teile desselben sich nach aussen krümmen, oder dass derselbe an der Aussenfläche zahlreiche Querrisse erhält, welche das raschere Vordringen des Stranginnern ermöglicht, oder endlich, dass das Strangäussere sich streckt, das Stranginnere aber sich staucht, so dass der Strang mit glatter Oberfläche und unter sonstiger Festhaltung seiner Gestalt von der Öffnung ab sich weiter bewegt.

Man hat nun die Mittel aufzusuchen, welche der letzt erwähnte Vorgang bedingt. Ihr Ausgang ist eine möglichst geringe Verschiedenheit der Austrittsgeschwindigkeit des Inneren gegenüber dem Äusseren und ein möglichst grosser Zusammenhang der Teilchen, so dass sie den Verschiebungen, welche das Strecken bezw. Stauchen bedingen, zu folgen vermögen, ohne von den Nachbarteilchen sich zu trennen.

Die Erfüllung der zuletzt genannten Forderung hängt in erster Linie von der Eigenart des bearbeiteten Stoffes ab; sie wird aber auch gefördert durch die Längengestalt der den Stoff auslassenden Öffnung, dem sogenannten Mundstück. In Fig. 209 bezeichnet *a* einen Stiefel, welcher mit dem bildsamen Stoff *b* gefüllt und in dem der Kolben *c* verschiebbar ist, um den Stoff aus dem Mundstück *d* zu drängen. Der Übergang von der vollen Stiefelweite zur Weite der Mündung ist ein allmählicher, so dass Querverschiebungen im Stoff stattfinden, welche den Zusammenhang desselben fördern.

Die Verschiedenheit der Austrittsgeschwindigkeit wird gemindert

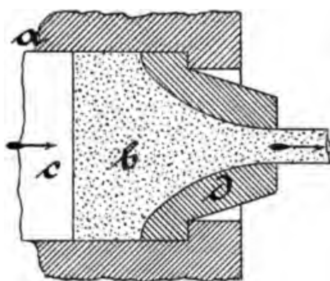
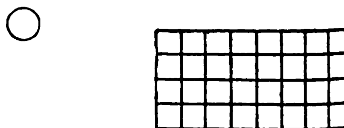


Fig. 209.


Fig. 210

durch Verminderung der Reibung an den Mundstückflächen, und diese durch geeignete Gestaltung, Glätte der Mundstückflächen und nach Umständen Schmieren derselben.

Ist der Querschnitt der Mundstückmündung kein kreisförmiger, so verteilt sich die Reibung des Strangumfanges noch ungleichförmiger über den Querschnitt desselben. Man sieht das z. B. aus dem rechteckigen Querschnitt, Fig. 210. Derselbe ist in gleiche Quadrate zerlegt, von denen die in den Ecken befindlichen an zwei Seiten, die übrigen auswendig liegenden nur an einer Seite die äusseren Reibungswiderstände

mittelbar erfahren und der Rest nur durch Vermittlung der vorher zeichneten und die innere Reibung des Stoffes von der äusseren Reibung einflusst werden.

Um dieser Ungleichheit entgegenzutreten macht man das vordere ück der Mündung prismatisch und versieht deren Ränder mit Lippen, und *b* Fig. 211, welche in den Mitten der vier Oberflächenteile den eibungsweg länger machen als an den Kanten. Die Reibungsver-iehrung erfolgt auch in anderer Weise [1]).

Die **Schmierung** der Mundstückinnenwände wird für Thonstrang-ressen z. B. in folgender Weise erreicht. Nahe der Mündung sind in las Mundstück dünne Bleche *a*, Fig. 212, iemenartig aneinander gereiht; ihre sich nach aussen erweiternden Zwischenräume stehen mit dem Wassergefäss *b*, in freier Verbindung, so dass der nach links (in bezug auf die Figur) fortschreitende Thonstrang geringe Wassermengen von den Kiemenrändern abstreift [2]). Zuweilen begnügt man sich mit einem ringsum laufenden Zuführungsspalt, der dann wohl von der (hölzernen) Mundstückwand und einem Lederstreifen gebildet wird. Wegen der auf der Strangoberfläche liegenden Wasserschicht ist der Rest des Mundstückes im stande, den Thonstrang schön glatt zu streichen.



Fig. 211.

Ähnlich wie das Wasser führt man auch anders gefärbten Thon zum Strang, um diesem ein schöneres Aussehen zu geben [3]).

Verschiedene Strangpressen finden sich in den Quellen beschrieben [4]).

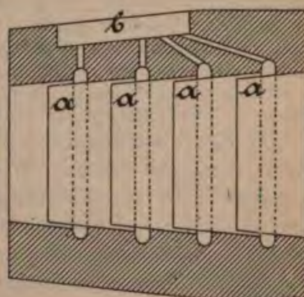


Fig. 212.

Ein ringförmiger Querschnitt des Pressmundstückes liefert einen röhrenförmigen Strang. Die Schnittfigur 213 versinnlicht eine einfache Bleiröhrenpresse; *a* bezeichnet den Stiefel, *b* das eingeschlossene Blei, *c* den Kolben, *d* das auswechselbare Mundstück, *e* einen auswechselbaren Stift, dessen Dicke die Weite der Röhre bestimmt. Da der Stift in dem Mundstück sich befindet, so kann das Blei nur durch den ringförmigen

[1]) D. p. J. 1877, **243**, 46 m. Abb.; 1883, **249**, 157 m. Abb.

[2]) D. p. J. 1876, **219**, 496 m. Abb., **222**, 27 m. Abb. D. R. P. No. 15505.

[3]) Heber, D. R. P. No. 18227.

[4]) D. p. J. 1871, **202**, 226 m. Abb.; 1874, **211**, 16 m. Abb.; 1876, **219**, 48 m. Abb.

Querschnitt zwischen Stiftoberfläche und Mundstückinnenfläche hervorquellen, muss also einen röhrenförmigen Strang bilden. Bedenklich erscheint, der Steifheit des Stiftes die Innehaltung der richtigen Lage desselben in der Mitte der Mündung allein zu überlassen. Allein, man findet leicht, dass die Steifheit des Stiftes hierzu gar nicht in Anspruch genommen wird, solange die Festigkeit des Bleies überall die gleiche ist.

Es sei angenommen, dass der Stift *e*, infolge irgend welcher Ursache einseitig im Mundstück stecke. Alsdann ist auf einer Seite der Durchflussquerschnitt des Bleies weiter als an der gerade gegenüber liegenden, folglich der Druck auf die Flächeneinheit des Querschnittes auf der ersteren Seite kleiner als auf der letzteren, so dass der Stift ersterer zugedrängt wird. Der Gleichgewichtszustand tritt erst ein, sobald der Stift in der Mitte der Mündung sich befindet. In Wirklichkeit pflegt man denn auch den Stift *e* nur lose in den Kolben *c* zu stecken, also gar nicht auf die Steifheit der Verbindung zu rechnen.

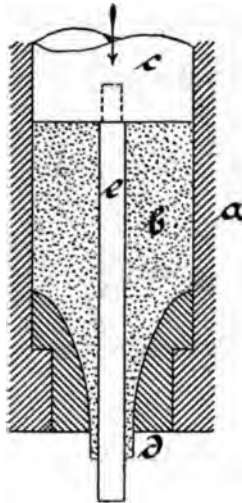


Fig 213.

Das Blei wird in Form eines hohlen Blockes in den Stiefel *a* gebracht. Stellt man den Block aus einer inneren dickwandigen Zinnröhre und einer äusseren dergl. Bleiröhre her und sorgt dafür (völlig reines Blei bezw. Zinn kommt natürlich nicht in Frage), dass das Fliessungsvermögen beider genau gleich ist, so fliessen beide Metalle in dem Verhältnis aus dem Mundstück, in welchem sie im Stiefel *a* nebeneinander lagerten. So erzeugt man die Zinnröhren mit Bleimantel[1]).

Der hervorquellende Strang ist an seiner Oberfläche im wesentlichen metallisch rein und frei von der, erst nach einiger Zeit sich einstellenden atmosphärischen Schicht. Lässt man denselben durch einen mit geschmolzenen Zinn gefüllten Trichter gehen, dessen kleinste Öffnung wenig grösser ist, als der äussere Durchmesser des Stranges, so wird dieser mit einer dünnen Zinnschicht überzogen. So verfertigt man verzinnte Bleiröhren. Übrigens wird der Grundgedanke dieses Verfahrens auch zur Bildung von Überzügen auf anderen in der Strangpresse gestalteten Stoffen benutzt.

Da das Fliessungsvermögen der Metalle naturgemäss mit der Temperatur derselben wächst, so erwärmt man den Stiefel *a* von aussen, sei es, indem man ein Holzkohlenfeuer in einem um denselben gehängten Korb unterhält, oder Gasflammen anbringt. Einerseits ist nun schwer, eine völlig gleichförmige Erwärmung herbeizuführen, andererseits gestattet das grössere Fliessungsvermögen eine andere Einrichtung des Mundstückes, so dass die Mundstücke derjenigen für weichere Stoffe (Thon u. s. w.) ähnlich gebildet werden können und müssen. Schmelzbare Stoffe (Metalle, Wachs, Stearin, Paraffin, Guttapercha u. s. w.) werden alsdann in geschmolzenem Zustande in den Stiefel gebracht; jedoch denselben nur

---

Strangpresse mit zwei Pressschrauben: D. p. J. 1883, **248**, 31 m. Abb.
Strangpresse für Kohlenstifte der elektrischen Lampen: Iron, Nov. 1883, S. 394 m. Abb.

[1]) D. p. J. 1872, **203**, 432 m. Abb.

e solche Temperatur gegeben, dass sie beim Austritt aus dem Mundick so weit erstarren, als zum selbständigen Beibehalten der empfangenen stalt erforderlich ist. Stoffe, welche durch Hinzufügung einer Flüssigit erweicht sind (Thon, Mehlteich, Reisblei oder Graphit für Bleistifte, offe für andere Schreibstifte u. s. w.) pflegt man so anzumachen, ss ihre Steifheit zur Erhaltung der Gestalt von vornherein genügt: e Erhärtung geht zu langsam von statten, als dass sie mit in Rechnung zogen werden könnte.

Die röhrenförmigen Gebilde der hier erwähnten Stoffe werden nun rch Mundstücke folgender Art gepresst. Das einsetzbare Mundstück *d*, g. 214, enthält einen Dorn *α*, welcher vermöge einiger Arme zweiitzigen Querschnittes *i* mit ihm fest verbunden sind, sei es durch geeinsames Giessen oder nachträgliches Verbinden. So wird die Lage s Dornes *α* dermassen innerhalb des Mundückes gesichert, dass eine Verschiebung deslben nicht mehr in Frage kommen kann. ine mässige Ungleichartigkeit des zu pressenn Stoffes kann daher an den Wandstärken r gebildeten Röhre nichts ändern.



Fig. 214.

Indessen darf die Ungleichförmigkeit des toffes nur eine geringe sein, weil der weichere ascher, der steifere langsamer ausfliesst und ierdurch andernfalls bedeutende Verzerrungen les Stranges herbeigeführt werden.

Rohrmann[1]) hat den Dorn *α* der Fig. 214 verstellbar gemacht, so dass absichtlich die Röhrenwanddicke an einer Seite desselben grösser als an der gegenüber liegenden erzeugt wird. Das hat ein rascheres Ausfliessen an der weiteren Seite gegenüber der engeren zur Folge (Gründe hierfür wurden bereits angegeben), d. h. die hervorquellende Röhre wird krumm. Rohrmann stellt auf diesem Wege sehr schöne Steingut-Rohrschlangen her. Pressen für gekrümmte Bleiröhren[2]) unterscheiden sich nur durch die Art der Verstellung des Dornes von jener.

Leitet man in die Mitte des Stranges einen Draht, ein Seil, einen Docht, und sorgt dafür, dass sich der betreffende Gegenstand ebenso rasch vorwärts bewegt, wie der hervorquellende Strang, so umhüllt letzterer den ersteren. So überzieht man Telegraphendrähte bezw. Seile[3]), so stellt man Wachskerzen her[4]).

[1]) D. R. P. No. 9513; D. p. J. 1880, **237**, 167 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1877, **223**, 50 m. Abb.
D. R. P. No. 19934; D. p. J. 1883, **248**, 20 m. Abb.
D. p. J. 1885, **258**, 438 m. Abb.
[3]) D. p. J. 1850, **115**, 260; 1880, **238**, 129 m. Abb.; 1883, **250**, 343 u. 344 m. Abb. D. R. P. No. 21714 u. No. 23176.
Heinzerling, Verfert. d. Gummi- u. Guttapercha-Waren, Braunschw. 1883, S. 173 m. Abb.
[4]) Riess, Bayer. Kunst- u. Gewerbebl. 1870, S. 216 m. Abb.

Weitere Quellen über Strangpressen s. u. [1]).

Es sei hier noch kurz einiger Verfahren gedacht, vermöge weld dem Strange verschiedene Querschnitte gegeben werden.

Man kann vor das (Thonröhren-) Mundstück eine Form anbring welche der Thonstrang ausfüllen, bezw. deren Gestalt er annehmen mı Ist das geschehen, so löst man die Form, um im Anschluss an das eı Gebilde eine gewöhnliche Röhre hervortreten zu lassen [2]). Das glei Verfahren würde man auch für volle Stränge anwenden können.

Gebr. Sachsenberg [3]) haben eine Thonröhrenpresse geschafl welche gestattet, auch den Muff der Röhre herzustellen. Fig. 215 ein Schnitt durch das Mundstück dieser Presse. *A* ist der Boden Pressstiefels, *B* eine gehörig befestigte Schale, welche als Dorn die zwischen deren äusserem Rande und dem Rande der Bodenöffnung eigentliche Röhre gebildet werden soll. An *A* hängt mittels angegosse Lappen ein Ring *a*, welcher eine Gipsausfütterung *b* trägt. Ihre inn

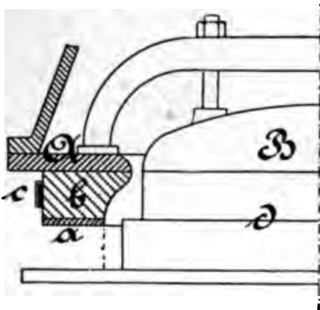


Fig. 215.

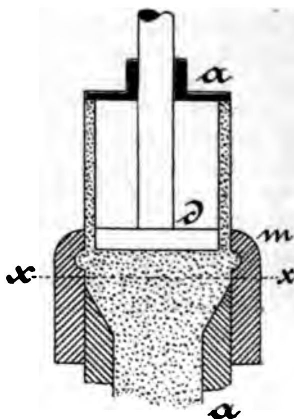


Fig. 216.

Weite geht allmählich von der äusseren Röhrenweite zur äusseren Muff weite über; sie ist auswendig durch einen Reifen *c* gestützt. Begi man nun mit dem Pressen einer Röhre, so setzt man auf den na giebigen Tisch, welcher demnächst die Röhre stützen soll, den Dr körper *d*, so dass der aus dem eigentlichen Mundstück hervorquelle

---

[1]) Bleiröhren- bezw. Drahtpressen:
D. p. J. 1858, **147**, 248 m. Abb.
J. u. W. Weems, The Engineer, Okt. 1883, S. 281 m. Abb.
Emundt, D. R. P. No. 22770; D. p. J. 1883, **250**, 199 m. Abb.
Presse für hohlwandige Thonröhren: D. p. J. 1880, **235**, 344 m. A
Thonröhrenpressen: D. p. J. 1849, **114**, 406 m. Abb.; 1877, **225**, m. Abb.; 1878, **227**, 239 m. Abb.; 1886, **259**, 164 m. Abb.
Gummischläuche: D. p. J. 1884, **253**, 269 m. Abb. (mit 4 Presseschraut

[2]) Mechan. Magazin, März 1871, S. 171 m. Abb.

[3]) D. p. J. 1874, **211**, 9 m. Abb., **214**, 114; 438 m. Abb.

›nstrang sich gegen d staut und dann aus dem ringförmigen Spalt ;chen d und a hervorquillt, so die Muffe bildend. Ist die Muffe lang ug, so wird d entfernt und dann mit dem Pressen fortgefahren.

Behufs leichteren Ablösens des Formstückes d von der Röhre wird d et- ; verjüngt gestaltet, und auf den Absatz ein Gummiring gelegt.

Merkel's Röhrenpresse [1]) weicht nur wenig von der Sachsen- rg'schen ab.

Bei Büchler's Thonkrugpresse, Fig. 216, wird der Dorn d ausser- b des Mundstückes m festgehalten. Ein Plättchen a, welches an der nge des Dornes d gleitet, führt den oberen Rand der hervorquellen- ı Thonkrugwand. Hat diese die gewünschte Höhe erlangt, so wird Mundstück m an dem festen Pressenteil a nach unten geschoben l in der Höhe x mit einem Draht der Thon quer abgeschnitten, so s zwischen dieser Schnittfläche und der Stirnseite des Dornes d der len des Kruges bleibt.

F. Das Ziehen.

Stoffe von genügender Zugfestigkeit können mittels Ziehens durch Mündung, welche dann Ziehloch heisst, gefördert werden, so dass Querschnitt auf denjenigen des Ziehloches vermindert wird.

In Fig. 217 ist A der Querschnitt eines Ziehloches, B das Werk- ck, welches von dem Durchmesser D auf ı kleineren d gezogen wird.

Heisst die Reissfestigkeit (vergl. 109 u. f.) des betreffenden Stoffes, be- ;en auf 1 *qmm* Querschnitt k, und ist d *mm* ausgedrückt, so darf die Kraft K *kg*, mit welcher das Ziehen stattfindet, :w. der im Ziehloche auftretende Wider- nd nicht grösser sein als die Festigkeit ı Querschnittes $\frac{d^2 . \pi}{4}$, oder:

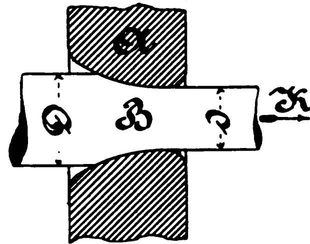


Fig. 217.

$$K \leq \frac{d^2 . \pi}{4} . k$$

il andernfalls das gezogene Ende abreissen müsste.

Der auftretende Widerstand hängt ab von der Natur des Stoffes, n Grade der Verjüngung, welcher durch das Ziehen herbeigeführt rden soll, also dem Verhältnis $\frac{d^2 . \frac{\pi}{4}}{D^2 \frac{\pi}{4}}$ oder $\left(\frac{d}{D}\right)^2$ und der im Zieh- ı auftretenden Reibung. Letztere dürfte, da die Länge des Ziehloches w. die Reibungslänge mit etwa $D - d = \left(1 - \frac{d}{D}\right)$ und der Um- ; mit dem Durchmesser zunimmt, unter sonst gleichen Umständen mit

[1]) D. p. J. 1881, 242, 325 m. Abb.

dem Quadrat der Durchmesser wachsen. Da auch die Festigkeit des gezogenen Stückes mit dem Quadrat seines Durchmessers wächst, so folgt, dass die Grösse $\frac{d}{D}$, für denselben Stoff und dieselben äusseren Umstände unveränderlich ist. Man nimmt deshalb auch für $\frac{d}{D}$, d. i. den Verdünnungsfaktor (vergl. S. 44 u. 45) des Eisendrahtes eine feste Zahl (0,8847 oder 0,8899) an, aber wählt vielfach für feinere Drähte einen kleineren Wert (0,8523 bei 0,12 *mm* Dicke), für gröbere einen grösseren (bis 0,9197 bei 11,53 *mm* Dicke). Die Abweichungen sind so gering, dass sie durch Nebenumstände begründet werden können; man denke nur daran, dass grössere Ziehlöcher viel genauer hergestellt werden können, als kleinere.

Über die zum Drahtziehen erforderliche Kraft liegen wenige Versuchsergebnisse vor. Das Beste enthält ein Aufsatz von Karmarsch[1]).

Nach Versuchen Payen's, welcher durch vorher stattgefundenes Ziehen bereits hart gewordene Eisen-Drähte behandelte, war bei dem Verdünnungsfaktor 0,873 der Widerstand auf 1 *qmm* des gezogenen Drahtes bezogen:

bei	8,03	*mm* Drahtdicke	: 50 *kg*
„	5,83	„ „	: 50 „
„	4,62	„ „	: 53 „
„	3,65	„ „	: 56 „
„	3,04	„ „	: 53 „
„	1,95	„ „	: 60 „
„	1,07	„ „	: 74 „

Egen's[2]) Versuche gaben bei dem Verdünnungsfaktor: 0,869 bis 0,906:

bei	2,56	*mm* Drahtdicke	: 35 *kg* f. 1 *qmm*
„	2,31	„ „	: 27 „ „ „ „
„	2,07	„ „	: 21 „ „ „ „
„	1,82	„ „	: 29 „ „ „ „
„	1,6	„ „	: 37 „ „ „ „
„	1,19	„ „	: 26,6 „ „ „ „

Karmarsch endlich fand bei 0,56 *mm* Durchmesser des gezogenen Drahtes und dem Verdünnungsfaktor: 0,92: bei vorher ausgeglühtem Draht: 24 *kg* f. 1 *qmm*, bei durch wiederholtes Ziehen bereits hart gewordenen Draht: 50 *kg* f. 1 *qmm*.

Die angezogenen Versuchsergebnisse widersprechen sich nicht. Durch das Ziehen werden die Eisendrähte (wie Platin, Eisen, weniger Kupfer, Silber, Gold, noch weniger Zink, fast gar nicht Zinn und Blei) härter, der Widerstand gegen die Umgestaltung sonach grösser; aber gleichzeitig steigert sich auch die Reissfestigkeit, so dass der gezogene Teil des Drahtes eine grössere Kraft für jedes *qmm* seines Querschnittes aufzunehmen vermag. Es entspricht daher der etwa gleichmässige Verdünnungsfaktor für Eisen- und sich ähnlich verhaltende Metalle vernünftiger Überlegung.

Es sei erwähnt, dass die Drähte, welche durch Ziehen hart werden, von Zeit zu Zeit auszuglühen sind, um sie weiter ziehen zu können. Die Zunahme des Widerstandes mit der Abnahme der Drahtdicke erklärt sich teilweise (vergl. oben) aus dem Umstande, dass dickere Drähte (6 *mm* Eisen- und Messingdrähte 25 bis 30 *cm* sekundl. Geschw.) langsamer, dünnere (2 *mm* dicke Drähte 75 bis 90, 1 *mm* dicke 125 bis 150 *cm* sek. Geschw.) rascher gezogen werden.

[1]) Jahrbücher d. Wiener pol. Inst. 1832, Bd. 17, S. 320.
[2]) Untersuchungen über den Effekt einiger Wasserwerke, Berlin 1831.

Die Ziehbarkeit des geglühten Eisens und Stahles, d. h. das Verhältnis r Reissfestigkeit zum Ziehungswiderstande ist beim ausgeglühten Stahl und sen am grössten, beim ausgeglühten Messing und dem 14karatigen Gold etwa , so gross, beim hartgezogenen Eisen, Messing, Kupfer und Stahl, wie geühtem Kupfer, sinkt sie auf etwa $^5/_8$, 12löt. Silber und Platin folgt in der eihe, fein Gold und Silber, sowie Zink haben nur noch etwa die Hälfte der ehbarkeit des ausgeglühten Eisens und die Ziehbarkeit des Bleies und Zinns t noch geringer, weshalb man letztere Stoffe durch Pressen in Draht verwandelt.

Da die Festigkeit des gezogenen Teiles der Drähte, wie aus den angeebenen Zahlen hervorgeht, in hohem Grade in Anspruch genommen wird, so t dem Mauldruck der ziehenden Zange entsprechende Aufmerksamkeit zu idmen, damit dieselbe weder abgleitet, noch den Draht zerquetscht. Man erwendet deshalb solche Zangen, welche mit zunehmendem Zugwiderstande räftiger drücken (vergl. w. u. unter Anfassen und Festhalten).

Die Bewegung der Zange erfolgt seltener durch Krummzapfen und Lenktange (Stosszangenziehbank), bei dickeren Drähten in der Regel durch ine endlose Kette oder ein sich auf eine Trommel wickelndes Seil (Schleppzangenziehbank), bei feineren Drähten und, da Drähte bis herab zu 5 *mm* jetzt fast immer durch Walzen erzeugt werden, allgemein dadurch, dass der gezogene Draht sich auf Trommeln, sogen. Scheiben wickelt, so dass nur am Ende eines sehr langen Drahtes ein Zangenbiss vorkommt.

Die Ziehlöcher verfertigt man meistens aus Stahl, härtet sie und bringt mehrere derselben in einem Ziebeisen an. Für sehr feine Drähte werden harte Steine (Rubin, Saphir, Diamant) verwendet. Zuweilen fertigt man jedoch feine Ziehlöcher aus weichem Stahl, weil man im stande ist durch Punzen die ausgeschliffenen Löcher bequem wieder zu verengen und dann mittels feiner Reibahlen auf die gewünschte Weite zu bringen.

Die Reibung in den Ziehlöchern wird durch Schmierung der zu ziehenden Drähte herabgedrückt. Als Schmiermittel verwendet man Öl, Talg, Wachs, Bier; auch eine leichte Verkupferung (der Eisendrähte) durch Einlegen derselben in Kupfervitriollösung ist in gleichem Sinne gebräuchlich.

Die Feinheit der durch Ziehen zu erzeugenden Drähte ist gewissermassen unbegrenzt. Trotzdem mag folgender Kunstgriff, welcher die Herstellung besonders feiner Drähte gestattet, hier erwähnt werden[1]). Hiernach zieht man Platindraht zunächst bis auf etwa 0,25 *mm* Dicke, dann umgiesst man ihn in einer 7,5 *mm* weiten Form mit Silber und zieht ihn bis zur 400fachen, bezw. 3600fachen Länge aus, worauf das Silber mittels Salpetersäure abgebeizt wird. Bei letztgenannter Verlängerung soll man auf diesem Wege zu Drähten von nur 4,1 *mmm* Dicke gelangen. (Vergl. übrigens weiter unten das Walzen dünner Bleche und das Schlagen des Goldes.)

Die weiter oben angegebenen Verdünnungsfaktoren gelten in erster Linie für Drähte mit kreisrundem Querschnitt; dreieckige, viereckige, vieleckige und namentlich sternförmige Querschnitte bedingen einen kleineren Verdünnungsfaktor.

Die Töpfer ziehen stabförmige Gestalten aus Thon, indem sie dieselben mit der linken Hand festhalten und mit einem Ziehloch, welches durch Daumen und Zeigefinger der rechten Hand gebildet ist mehrfach überfahren. Die betreffenden Werkstücke, welche z. B. weiter zu Henkeln umgestaltet werden, können eine verjüngte Gestalt erhalten, indem man die Weite des bezeichneten Ziehloches während des Überfahrens ändert.

Das Ziehen wird auch für die Umgestaltung der Röhren verwendet. In die aus Kupfer, Messing oder dergl. weicherem Metall bestehende Röhre wird ein genau gearbeiteter Stahldorn gesteckt und hierauf das Ganze durch Ziehlöcher gezogen, welche sich nur durch die grössere

---

[1]) Gilbert's Annalen 1816, Bd. 52, S. 333. Fussnote.

Weite von den Drahtziehlöchern unterscheiden. Erhebliche Schwierigkeiten bietet das dem Ziehen folgende Abschieben der Röhren von dem Dorn. Man bedient sich hierzu eines Loches mit scharfen Kanten, welches der Dicke des Dornes genau angepasst ist, so dass das Röhrenende vor den Körper dieses Ziehloches stösst, während der Dorn hindurchgezogen wird.

Es wird auch wegen den Umständlichkeiten, welche der lange Dorn verursacht, das Röhrenziehen über einem kurzen Dorn ausgeführt. Der Längenschnitt dieses kurzen Dornes erinnert an den Längenschnitt eines Ziehloches; der Dorn wird mittels einer Stange, die aus dem hinteren Ende der Röhre entsprechend weit hervorragt, so fest gehalten, dass er die Wand der Röhre da von innen stützt, wo von aussen das Ziehloch auf sie drückt.

Erhalten Dorn und Ziehlochflächen die Gestalt steilgängiger Schrauben, so erzielt man eine Röhre mit ebensolchen Windungen.

G. Das Stanzen,

d. i. das Umgestalten eines plattenförmigen Körpers, mittels Pressens in einer Form, ohne nennenswerte Änderung der Plattendicke gestattet, da die Verschiebung der kleinsten Teilchen im wesentlichen in einer Fläche stattfindet, diese Verschiebung besser zu verfolgen als die sonstigen Pressbearbeitungen. In Fig. 218 bezeichnet *u* eine muldenförmige Unterstanze (Matrize), *o* die Oberstanze oder den Stempel, dessen Erhabenheiten die Höhlungen der Unterstanze bis auf die Dicke des plattenförmigen Werkstückes *w* auszufüllen vermögen. Sobald man die beiden Stanzen *o* und *u* mit entsprechender Kraft einander nähert, nach-

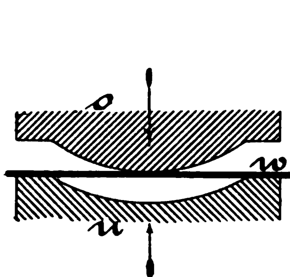


Fig. 218.

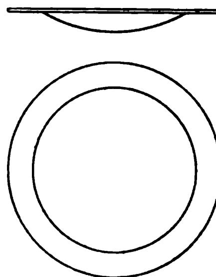


Fig. 219.

dem die Platte *w* zwischen sie geschoben ist, zwingt man *w* sich eng an die Stanzenflächen anzuschliessen, also eine dementsprechende Gestalt anzunehmen (vergl. Fig. 219). Das kann nur geschehen durch Verlängerungen in der Richtung der Durchmesser oder Verkürzungen winkelrecht zu diesen, oder durch gemeinsames Eintreten beider Verschiebungen; letzteres bildet die Regel. Es treten demzufolge Zugspannungen in der Richtung der Durchmesser, Druckspannungen winkelrecht zu diesen auf, welche die Festigkeit des Stoffes überschreiten, bleibende Gestaltsänderungen herbeiführen. So liegt die Gefahr nahe, dass die dünne Platte statt gestaucht zu werden sich faltet; namentlich in der Nähe des Randes. Man erstrebt daher mittels einmaligen Stanzens nur geringe Umge-

ltungen und wiederholt die Bearbeitung in Stanzen, deren wirkende ichen mehr und mehr von der Ebene abweichen, so allmählich das dziel erreichend.

Als Beispiel weitgehender Umgestaltung durch Stanzen sei die Verfertigung sogenannten Zündhütchen erwähnt. Kupferplatten werden durch wiederte Bearbeitung mehr und mehr schalenförmig gemacht, dann in die Topfm übergeführt und schliesslich mehrfach durch Ringe gepresst, so dass sie bekannte röhrenförmige Gestalt mit im wesentlichen flachen Boden erhalten. Bearbeitung in den Ringen erinnert lebhaft an das Röhrenziehen; die Ringe treten die Ziehlöcher, die Stempel die Dorne. Es ist auch vorgeschlagen, diesem Wege Kupferröhren zu fertigen[1]). Andere bemerkenswerte Beispiele d in den Quellen beschrieben[2]).

Die oft sehr bedeutenden Verschiebungen, welche das Stanzen vergt, führen einerseits nicht allein zu Fältelungen, sondern auch zum rreissen des Arbeitsstückes. Man beugt solchen Vorkommnissen darch vor, dass man die Platten an geeigneten Stellen einschneidet. g. 220 stellt ein aus Zinkblech gestanztes Blatt dar, in dem Zustande, welchem es die Stanze verlassen hat. Nachdem die erste Stanzung ttgefunden hatte, die Gestalt des Blattes also deutlich vorgemerkt r, schnitt man an den in der Figur erkennbaren Stellen in das Blech, d gewährte so demselben Gelegenheit, den Spannungen freier zu folgen, ohne diese Einschnitte möglich gewesen wäre. Man bemerkt denn ch, dass einige der Einschnitte weit klaffende Spalte geworden sind, anderen Stellen dagegen die Ränder des Einschnittes sich übereinder geschoben haben.

Man gestaltet durch Stanzen: Bleche, Leder, Horn, Schildpatt, Gummi, pier und Pappe, Gewebe, Glas u. s. w. und zwar je nach Umständen bei wöhnlicher Temperatur oder im erhitzten Zustande. Die Stanzen für harte ffe werden aus Stahl, Schmiedeisen, Gusseisen, Bronze, Kupfer und dergl. fertigt; für weiche Stoffe kommt auch Blei, ja Holz zur Verwendung. Eine Stanzen wird durch Ausschneiden, Drehen u. s. w. oder Giessen gebildet. die Gegenstanze zur ersteren genau passend zu machen, bildet man sie rch Punzen, d. h. durch Aufdrücken der ersten Stanze bezw. Eindrücken selben, oder man benutzt die erste Stanze als Teil einer Form, in welcher zweite gegossen wird. Beide Anfertigungsweisen erfordern eine sorgfältige charbeit, sofern steil abfallende Gestalten vorkommen, indem der Abstand steilen Flächen der einander gegenüber gelegten Stanzen, solange die eine genaue Spiegelbild der anderen ist, wesentlich kleiner ausfällt, als derjenige flachen Flächen, dort also das Werkstück früher den Zwischenraum auslt als hier.

In einzelnen Fällen benutzt man einer Stanze gegenüber eine weiche läche (z. B. Blei), um die Gegenstanze überhaupt zu sparen.

Die Stanzen werden auch auf der Oberfläche gegeneinander gelegter alzen ausgebildet, so dass die Umbildung des Werkstückes nicht in seiner

---

[1]) D. p. J. 1880, **237**, 441 m. Abb.

[2]) Verfert. blecherner Ringe: Mitt. d. Gewerbevereins f. Hannov. 1855, 19 m. Abb.; blecherner Knöpfe: Prechtl, techn. Encyklop. 1837, Bd. 8, 408 m. Abb.; desgl. Supplementbd. 4, S. 47 m. Abb.

Lederstulpen: The Engineer, Apr. 1884, S. 275 m. Abb.

Blechbüchsen: D. p. J. 1878, **229**, 418 m. Abb.

Hüte: Prakt. Masch. Constr. 1874, S. 321 m. Abb.

Kesselböden: Revue industr. Sept. 1881, S. 353 m. Abb.; D. p. J. 1885, , 345 m. Abb.

ganzen Ausdehnung auf einmal stattfindet. Hiervon wird Gebrauch gemacht bei dem Stanzen goldener oder silberner Ringe und Armbänder, aber auch bei Verzierungsarbeiten des Papieres, Leders und der Gewebe.

Mit dem Stanzen nahe verwandt ist das Kümpeln mittels hölzerner Hämmer. Die zu kümpelnden glühenden Eisenbleche werden auf eine Stanze oder Form gelegt, welche der angestrebten Umgestaltung entsprechend ausgehöhlt ist, und dann mittels schwerer hölzerner Hämmer in die Form getrieben. Man verwendet Holz zu den Hämmern, um eine Umgestaltung der Oberfläche, welche stählerne Hämmer verursachen würden, zu vermeiden.



Fig. 220.

Auch F. W. Fischer's[1]) Verfahren, nach welchem die Bleche durch den Druck einer Flüssigkeit in die Form gedrückt werden, gehört hierher.

Dieses leitet unmittelbar zu der Herstellungsweise der Gummibälle und Gummifiguren hinüber.

Das mit Schwefel und einem Verdünnungsmittel angemachte, gut durchknetete und in Plattenform gebrachte Gummi wird entsprechend zerschnitten, die Ränder der Stücke schrägt man ab und drückt dieselben so zusammen, d

[1]) D. R. P. No. 164.

e ganz rohe Nachbildung der verlangten Gestalt entsteht. Bei dieser Geenbeit wird ein leicht vergasender Körper (z. B. kohlensaures Ammoniak) gefügt. Nunmehr legt man die Werkstücke in metallene Formen, welche zur Umwandlung des Gummis erforderlichen Temperatur ausgesetzt werden. s Ammoniak verdunstet weit früher als das Gummi seine Bildsamkeit ver-t, sein Gas drängt das Gummi fest an die Wandungen. Da es in dieser ge schliesslich seine Bildsamkeit verliert, so behält es die ihm gegebene stalt bei. Allerdings ist nötig, nachträglich Luft in den Ball oder dergl. lassen.

Ebenso gehört hierher das Blasen des Glases in Formen und e Gestaltung mancher Thongegenstände in Formen.

Thongefässe werden nicht selten aus Thonplatten in folgender Weise herstellt: Man legt in die aus Gips gefertigte Form die Thonplatte und drückt mit den Fingern an die Formwände. Nach Umständen werden mehrere, rher entsprechend zugerichtete Thonplatten oder Blätter notwendig. Gips ird als Stoff der Form gewählt, damit der Thon einen Teil seines Wasserhaltes an diese abgeben kann, schwindet und dadurch sich von der Form ablöst.

Das zuletzt genannte Umgestaltungsverfahren bildet das Übergangslied zu dem Treiben und Drücken. Um jedoch die betreffenden rbeiten verständlich zu machen, ist zunächst nötig die Arbeitsvorgänge ı erörtern, welche man bezeichnet mit

H. Strecken und Stauchen.

Unter Strecken versteht man die Verlängerung eines Werkstückes ater gleichzeitiger Verkleinerung seines Querschnittes, unter Stauchen ne Verkürzung, die eine Vergrösserung des Querschnittes herbeiführt. ie betreffenden Gestaltsänderungen können herbeigeführt werden durch ne Zugspannung bezw. durch entgegengesetzt wirkenden Druck an den nden des Werkstückes. Indessen ist dabei nicht zu übersehen, dass e Streckung bezw. Stauchung, welche auf diesem Wege erzielt ird, so gut als ausschliesslich in denjenigen Querschnitten des Werkückes eintritt, welche am wenigsten Widerstand leisten. Wegen unrmeidlicher Ungleichmässigkeit aller Stoffe erfordern daher, wenn nicht sondere Umstände vorliegen, die betreffenden Gestaltsänderungen Masshmen, welche entweder die Streckung auf die ganze Länge des Werkückes gleichförmig verteilen, oder die Widerstandsfähigkeit des Werkückes an derjenigen Einzel-Stelle mindern, deren Gestalt man ändern will.

Mir ist nur ein Stoff bekannt, welcher durch Zugspannung ohne iteres eine im wesentlichen gleichmässige Streckung erfährt, es ist das as. In den entsprechend erhitzten hohlen Glaskörper, welcher an der asmacherpfeife befestigt ist, blässt man mittels des Mundes Luft ler sorgt auf andere Weise für einen entsprechenden Überdruck im nern), so dass, vermöge des entstehenden Überdruckes, welcher Zugnnungen in seinen Wänden hervorruft, eine Streckung nach allen htungen, also eine Vergrösserung des Hohlkörpers unter gleichzeitiger rminderung seiner Wandstärke eintritt. Soll das Gefäss eine längliche stalt erhalten, so wird dasselbe hängend bearbeitet und mit Hilfe der smacherpfeife pendelartig geschwenkt, so dass die auftretende Schleuderft ziehend wirkt. Andere Umgestaltungen werden teils durch geickte Benutzung des Eigengewichts des Gefässes, teils durch äussere

Drücke hervorgebracht. Auch gehört hierher das Ziehen der Glasröhren (S. 236). Siegellack lässt sich übrigens ebenso ziehen.

Das Strecken der Faserbänder, aus welchen Gespinste hergestellt werden sollen, findet auf folgenden zwei Wegen statt.

Legt man das Band zwischen zwei Paar Walzen A und B, Fig. 221, die so zusammengedrückt, bezw. durch besondere Einrichtung befähigt sind, den ganzen zwischen ihnen liegenden Bandquerschnitt völlig festzuhalten und giebt man dem Walzenpaar B eine grössere Umfangsgeschwindigkeit als dem Walzenpaar A, so muss das Band zwischen A und B sich verlängern, strecken oder reissen. Ist nun die Länge der einzelnen, das Band bildenden Fasern gleichmässig wenig kleiner als die

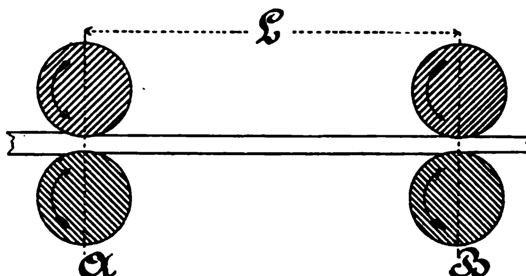


Fig. 221.

Entfernung L der beiden Walzenpaare, so wird im wesentlichen jede einzelne Faser entweder mit der Umfangsgeschwindigkeit des Walzenpaares A, oder der des Walzenpaares B fortbewegt.

Die ersteren bewegen sich langsamer, die anderen rascher, d. h. sie gleiten aneinander. Aber diejenigen, welche dem Einflusse des Walzenpaares A unterlagen, kommen bald in das Machtgebiet des Walzenpaares B und werden gegenüber denjenigen, welche nunmehr zwischen dem Walzenpaar A sich befinden, rascher fortbewegt. So entsteht eine Verlängerung oder Streckung des Bandes und zwar eine um so gleichmässigere, je besser die Faserlängen mit der Streckwalzenentfernung L im Einklang stehen und je gleichmässiger die Enden der Fasern verteilt sind.

Nachdem die Verdünnung des Bandes einen gewissen Grad erreicht hat, wird der Zusammenhang für weitere ebensolche Behandlung zu gering; man giebt daher dem Bande vorher eine leichte Drehung, um es ferner streckbar zu machen. Die Streckung geht in der soeben erwähnten Weise vor sich, nur ist zu erwähnen, dass durch sie die Zahl der Drehungen auf die Längenheit in demselben Masse wie der Querschnitt des Bandes abnimmt, also die Schwächung seines Zusammenhanges in zwei Richtungen hin stattfindet.

Diese Schwierigkeit löste 1763 Hargreawes in seiner, Jenny genannten Spinnmaschine: derselbe gab dem Bande während des Streckens Drehung und erreichte hierdurch das Folgende. Durch irgend welche Unregelmässigkeiten sei das Band an einigen Stellen dicker als ander

geworden, Fig. 222. Alsdann wirkt das Drehen des Fadens an nneren Stellen mehr als an den dickeren, weil der Hebelarm des tandes bei ersteren kleiner ist als bei letzteren. Der Zusammenler Fasern, der Widerstand gegen das Gleiten derselben anein-

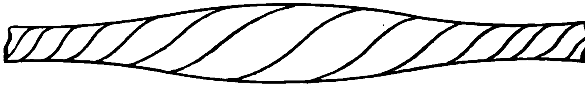


Fig. 222.

ist sonach an den dickeren Stellen geringer als an den dünneren, ie Streckung findet so lange vorwiegend an den dickeren Stellen ɔis sie auf die Abmessung der dünneren sich verjüngt haben. Es ıerkt, dass die stossweise Anspannung der Bänder oder Fäden, den Spindeln für unterbrochenes Spinnen ohne weiteres eigen ist, ɪrgang wesentlich fördert. Vermöge der vortrefflichen Regelung ·eckung, welche das soeben beschriebene Verfahren gewährt, ist nehr nötig die Entfernung der Einspannvorrichtungen (bei Fig. 221 ılzenpaare) der Faserlänge genau anzupassen, vielmehr zulässig, ebig grösser zu wählen, wodurch erst möglich wird, aus einem n Fasernbande mittels der Maschine ein so dünnes herzustellen, ırch sein Zusammendrehen ein Faden gewünschter Feinheit entsteht. ɔrher (vor 1763) fand die Streckung nur an einer, von den ı der Spinnerin geregelten schwachen Stelle statt. Letztere zieht so sern, wie der gewünschten Fadendicke entsprechen, aus dem Faser- und lässt durch geschicktes Zurückziehen der Hand die Drehungen en Auszug sich verbreiten, dabei einen zweiten Auszug einleitend. vickelt sich sodann von der Stelle aus, an welcher die der Regelung dendicke dienenden Finger der Spinnerin thätig sind, ein Faden n Fasernbündel oder Haufen.

ɔenso ist es mit dem Spinnen des Glases. Dasselbe bedingt ıer entsprechenden Bildsamkeit, bezw. leichten Verschiebbarkeit Teilchen eine starke Erwärmung. Die Aufhebung oder doch bele Minderung der Verschiebbarkeit, welche bei dem Spinnen der durch Drehen herbeigeführt wurde, erfolgt hier (ohne weiteres) durch Abkühlung. Wenn daher an einem Glasstück (entsprechensammensetzung) eine Stelle soweit erhitzt wird, wie zum Abziehen 'adens erforderlich ist, und die Erwärmung in dem Grade fortwird, dass stets die nötige Glasmenge in erweichtem Zustande len ist, so kann ohne weiteres ein langer Faden abgezogen werden, Dicke von der Geschwindigkeit des Abziehens, Spinnens, der des zum Ausziehen vorbereiteten Glases und der Natur des n abhängt. Zieht der Glasspinner den auf ein Rad sich wickelnden mit entsprechender Geschwindigkeit (bis 6 *m* i. d. Sekunde) sorgt derselbe dafür, dass jederzeit nur wenig Glas für die ng verfügbar ist, so entsteht ein sehr feiner Faden; gerade so

... Handspinnen der Fasserstoffe, bei welchem die Dicke des ... von der Fasernmenge abhängt, welche die Spinnerin an der ...stelle des Fadens für eine gewisse Länge desselben zur Verfügung stellt.

... dem Strecken der meisten Stoffe, insbesondere der Metalle, erfolgt die Streckung ebenfalls nur dadurch in gewünschter Weise, ... einer der Stellen durch Erweichen ein grösseres Fliessungs... gibt, oder an je einer Stelle allein, oder doch grössere ziehende ... einwirken lässt als an allen übrigen.

... Verfahren bildet bei Metallen die Regel; es tritt gewisser... auch bei dem Draht- und Röhrenziehen auf.

... man ein Werkstück *w*, Fig. 223, auf eine feste Unterlage *b* ... auf dasselbe ein abgerundet keilförmiges Werkzeug *a* mit entsprechender Kraft, so dringt es auf eine gewisse Tiefe ein. Die Druckübertragung vom Werkzeug auf das Werkstück findet winkelrecht zu den Flächenteilchen des Werkzeugs statt, welche mit dem Werkstück in Berührung treten. Durch Zerlegung der einzelnen Kräfte in ihre senkrechten und wagerechten (in bezug auf die Figur) Teile, erhält man eine Zahl gegen die Stützfläche *b* gerichteter, und eine andere Zahl wagerechter Kräfte. Erstere werden durch die Stützfläche aufgehoben, letztere wirken streckend, und zwar nur auf denjenigen Teil des ... *w*, welcher zwischen *a* und *b* liegt.

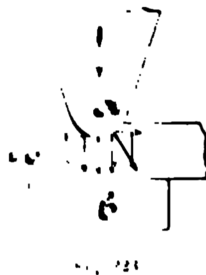


Fig. 223.

Die gegen die Stützfläche *b* gerichteten Kräfte bringen aber durch ... der rückwirkenden Festigkeit des Werkstückes eine Er... desselben winkelrecht zur Kraftrichtung hervor, welche an ... an den, in bezug auf Fig. 223 hinten und vorn ... senkrechten Flächen des Werkstückes erkannt werden kann

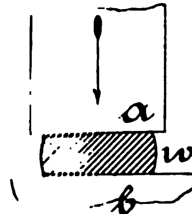


Fig. 224.

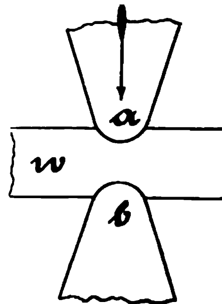


Fig. 225.

(... die Schnittfigur 224), indessen ist diese Streckung sehr gering gegenüber der erst erwähnten, welche winkelrecht zu der Finne des Werkzeuges *a* (gleichlaufend mit der Bildfläche der Fig. 223) stattfindet. Dadurch ist das Mittel geboten, die Streckung durch einen winkel-

ht zur Streckrichtung ausgeübten Druck in ganz bestimmter Richtung vorzubringen.

Gestaltet man die wirkende Fläche des Werkzeugs nach einer Kugel-he, so erfolgt die soeben als wesentlichste bezeichnete Streckung ichmässig in der zur Kraftrichtung winkelrechten Ebene; wird endlich Stützfläche *b* ebenso gestaltet wie die gegenüberliegende Werkzeug-che (Fig. 225), so unterstützen sich beide in ihrer Wirkung.

Dieses Streckverfahren ist in ausgedehntem Masse in Anwendung. Es bildet den Hauptteil des Schmiedens, indem durch Verlängerungen er Erbreiterungen der im Schweissofen gewonnene Rohstoff, das ausgeschmie-te Schweisspacket, oder das im Handel vorkommende Walzeisen, bezw. Blech die gewünschte Gestalt übergeführt wird; es ist die Grundlage eines grossen ils des Treibens.

Für ersteres glaube ich keine Bei-iele angeben zu sollen; für letzteres ögen einige derselben hier folgen.

Es sei eine sogenannte Bord-heibe herzustellen, deren Schnitt g. 226 wiedergiebt. Man verwendet Rohstoff einen flachen Ring mit Loch, sen äusserer Durchmesser demjenigen r Bordscheibe gleicht. Durch kleine rtiefungen, Körner, ist bei *x*, Fig. 227, rjenige Kreis auf dem Werkstück *w* rgemerkt, welcher die Grenze des mzugestaltenden Teiles angiebt. Man gt nun mit Hilfe der Zange *z* das erkstück gegen die Kante eines Am-s oder eines anderen schweren Eisens *a* d führt die Finne des Hammers so f den vom Kreise *x* nach innen enden Teil des Werkstückes, das Längenrichtung in einer durch die Achse des Werkstückes liegenden Ebene bt, also in der Umfangsrichtung streckend wirkt. So geht der, innerhalb Kreises *x* liegende Teil des Werkstückes allmählich in die gewünschte melförmige Gestalt über, welche man dann noch mittels eines Glätthammers den Spuren der Finne befreit.

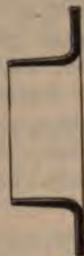


Fig. 226.



Fig. 227.

Eine kreisförmige Mulde oder Schale wird auf folgendem Wege gewonnen. in kreisförmiges Blech lässt man zahlreiche Hammerschläge so einwirken, die auftreffende Finne stets rechtwinklig zum Durchmesser liegt. Man sonach das Blech in der Richtung der Durchmesser, ändert aber die der Umfänge nicht, zwingt daher das Blech sich auszubauchen, und zwar talt einer Kugelfläche anzunehmen, wenn die Hammerschläge entsprechend werden, oder diejenige einer anderen.

ie Hammerbahn, welche einem Kugelabschnitt entspricht, streckt, wie w. o. bemerkt wurde, nach allen Seiten im wesentlichen gleichmässig. et man mit dieser die Mitte der Blechplatte eingehender, als die weiter ssen liegenden Teile, so entsteht ebenfalls eine Ausbauchung, deren jedoch verwickelter ist, als derjenige, welcher zu der soeben genannten ung führt. Hier tritt die im Innern der Blechplatte stattfindende mit den weniger oder gar nicht gestreckten Randteilen in einen Kampf, lge bei geschickter Behandlung die in Rede stehende Wölbung oder ng ist.

Strecken an bestimmten Stellen durch Erweichen derselben geringerem Grade Anwendung.

ssermassen gehört hierher das bereits (S. 302) erwähnte Glasspinnen.

Man benutzt das in Rede stehende Verfahren auch bei dem Glasblasen. Ui z. B. hohle Glasperlen zu erzeugen, wird eine Glasröhre an einem Ende g schlossen, in das andere Ende kräftig Luft eingeblasen und zu gleicher Zeit di Glasröhre in die Flamme der Glasbläserlampe gehalten. Die so erweichte Stell erweitert sich bei geschickter Handhabung zur Hohlkugel. Es ist leicht zu übe sehen, dass auf gleichem Wege auch andere Gestalten geschaffen werden können.[1]

Das Ausziehen der Glasröhre zu einer Spitze erfolgt, indem man di Röhre ebenfalls nur an einer Stelle erwärmt und vorsichtig an der Röhre i einander entgegengesetzten Richtungen zieht.

Das gleichmässige Stauchen gelingt eher durch einfaches Drücke gegen die Endflächen des Werkstückes, weil die schwächsten Querschnitt dadurch, dass sie den geringsten Widerstand leisten, nicht wie bei de Beanspruchung durch Zug noch weiter geschwächt werden, sondern durch Stauchen wachsen und widerstandsfähiger werden.

Dagegen wird die allgemeine Anwendung des Verfahrens dadurch erschwert, dass das in seiner Längenrichtung gedrückte Werkstück ge neigt ist zu knicken, bezw. dem Druck durch Ausbiegen nachzugeben.

Dieser Umstand wurde bereits bei dem Stanzen (S. 297) erwähnt. Dort verhindert man die Bildung der Falten dadurch, dass man den Werkstück nicht so viel Raum giebt, um in erheblichem Masse sich durchzubiegen, so dass bei der weiteren Näherung der Stanzen diese in stande sind, die entstandenen Ausbiegungen ohne Faltenbildung zu ver nichten. Bei anderen Stauchungsarbeiten wird dem Ausbiegen dünne Gegenstände dadurch vorgebeugt, dass man sie während des Stauchen auf eine feste Stützfläche legt und, vielleicht durch einen schwere Hammer, belastet.

Einige bemerkenswerte Stauchungsarbeiten mögen hier eingehende beschrieben werden.

Eine Art des Kümpelns, welche auch Bördeln genannt wird, der Kessel schmiede (vergl. S. 298) gehört hierher. Es soll die Blechplatte w, Fig. 228 vielleicht die Kopfplatte eines Dampfkessels, mit einem winkelrecht auf ih stehenden, trommelförmigen Rande versehen werden. Die obere Platte ist i

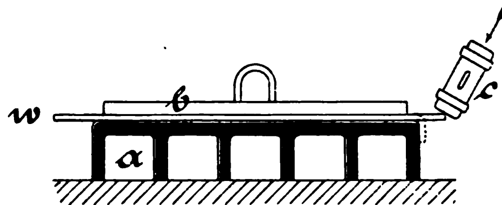


Fig. 228.

einem Glühofen rotwarm gemacht, auf die gusseiserne Lehre oder Form a ge legt und mittels eines einzigen grossen, oder mehrerer Einzelgewichte b be schwert und hierauf mit hölzernen Hämmern c der Rand des Bleches niede

[1]) Vergl. Wright u. Mackie's Glasblasemaschine: Engineering, Dez. 188 S. 553 m. Abb.

D. p. J. 1883, **247**, 449 m. Abb.

Glasblaseeinrichtungen: Engineering, Juli 1884, S. 34 m. Abb.

ben. Das geschieht, um Knickungen oder Fältelungen des Randes, welcher erkürzen muss, zu vermeiden, allmählich; mehrere Arbeiter wandern langm das Werkstück und teilen ihre Schläge mit Umsicht aus. Schliesslich t man sich stählerner Hämmer, um die volle Glätte des Bords zu ern. Die herbeigeführte Stauchung ist oft eine beträchtliche, so dass man otz des unvermeidlichen Abbrandes (Dickenverlust durch Ablösen der r hohen Temperatur rasch entstehenden Rostschicht) an der Verdickung lechrandes erkennen kann.

Fehlen Erwärmungsvorrichtungen, mittels welcher die gesammte Platte mässig glühend zu machen ist, so wird der Arbeitsvorgang ein verwickel- Man erhitzt alsdann (im Schmiedefeuer oder Rundfeuer) nur einen Teil andes, verfährt aber im übrigen wie vorhin beschrieben, mit der Einkung, dass z. Z. nur der entsprechend erwärmte Teil des Randes beet wird. Dann wird in der ersten Hitze nur der mittlere Teil des gebogenen Randes gestaucht (vergl. Fig. 229), während die links und liegenden Übergänge zum unveränderten Blechsogar eine erhebliche Streckung erfahren. In weiten Hitze muss dann nicht allein die an ötige Stauchung herbeigeführt, sondern um so ehr gestaucht werden, als die vorhin stattgee Streckung beträgt. Man sieht, dass dieses hren weit grössere Ansprüche an die Bildsames Bleches stellt, als das vorher beschriebene. res nähert sich in bezug auf die Beanspruchung tanzen.

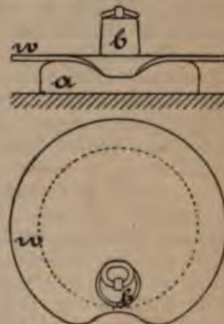


Fig. 229.

An dieser Stelle dürfte auch das gewöhnliche pen Erwähnung verdienen, weil es sich wegen rt der Arbeit aus Strecken und Stauchen mensetzt, obgleich eigentlich nur eine Streckung ge kommt.

Die Blechröhre *w*, Fig. 230, für einen Dampfbestimmt, soll an beiden Enden mit Krämpen en werden. Man erhitzt dieselbe an einer Stelle des einen Randes, legt die Sattelstücke *a* und hämmert den genügend erwärmten Teil bei *b* . Dabei muss der Rand eine Streckung erfahren, da er einen grösseren messer erhält. Es ist aber überdem eine weitere Streckung erforderlich der Übergänge zu dem nicht umgestalteten Rande. Bei jeder folgenden ist diese überschüssige Streckung durch Stauchen wieder zu beseitigen. ge Benutzung der Sättel *a*, welche durch Stehbolzen *c* miteinander ver-

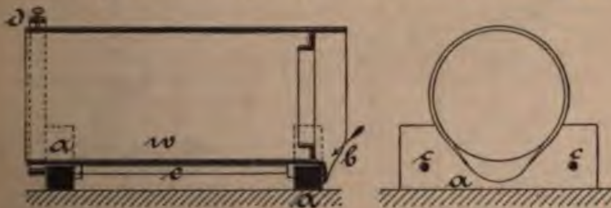


Fig. 230.

n sind, erzielt man die winkelrechte Lage der Krämpenebene zur Röhre urch vorheriges Aufschrauben des Ringes *d*, bezw. Anlegen der erst gen Krämpe an dieser Stelle die richtige Länge der Röhre.

Man vergleiche mit dem beschriebenem Arbeitsvorgang das Ausweiten asgegenstände.

Der Fuss des Glases *b*, Fig. 231, ist an das Hefteisen *a* (mittels gezenen Glases) befestigt, so dass seine Achse mit derjenigen des Hefteisens menfällt. Indem der Arbeiter das Hefteisen auf den Lehnen der Glas-

macherbank (mit der linken Hand) rollt, versetzt er damit das Glas in kr
Bewegung. Die in der Figur rechts belegene Höhlung des Glases ist
Blasen mit Hilfe der Glasmacherpfeife gebildet, dann von dieser
sprengt, so dass eine kleine Öffnung frei wurde. Nach entsprechen
wärmung des rechts liegenden Teiles des Glases schiebt der Arbeiter einen Sc
der Aufweit-Schere *c* in die Höhlung, drückt beide Schenkel zusamm

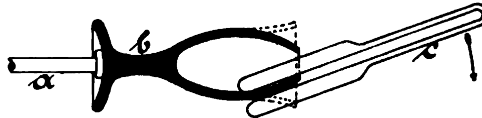


Fig. 231.

ändert allmählig die Lage der Schere in der Pfeilrichtung der Figur,
Drehen des Glases, so dass schliesslich der Kelch des Glases die punkti
zeichnete Gestalt annimmt. Hier findet die Vergrösserung der Durch
nur allmählich statt, so dass das zeitweise Stauchen nicht in Frage l
Man hat Maschinen hergestellt,[1] welche in gleich schonender Weise die Ki
der Blechröhren bilden.

Bemerkenswert sind ferner an dieser Stelle die Arbeiten, welche der
arbeiter (Kupferschmied, Goldschmied) mit Einziehen oder Aufzieh
zeichnet.

Es soll z. B. aus einer ebenen Platte ein rundes Gefäss mit ebenem
hergestellt werden. Man zeichnet (bei dem einen der unter die angel
Namen fallenden Verfahren) den Umkreis des Gefässes vor, und fältetet a
lich den überstehenden Rand, indem man denselben auf ein ausgekerbt
legt und das Blech mit der Finne des Hammers über der Kerbe trifft
Fig. 232), so ein Gefäss erzielend, Fig. 233, welches an die Gestalt
Kinderspielzeug dienenden Kuchenformen, oder die Pappkästen erinn
welche Erdbeeren und dergl. seitens der Händler, behufs bequemen Heimt
gelegt werden. Nunmehr wird das Gefäss auf eine feste Unterlage ge
und durch vorsichtige Schläge mittels eines Hammers mit schwach ge

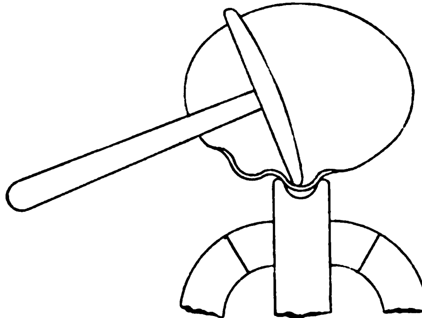


Fig. 232.

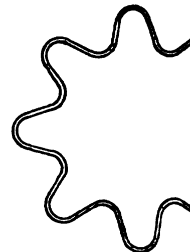


Fig. 233.

Bahn jede Falte gestaucht, so dass der gebildete Rand abgestumpft kegel
wird. Dasselbe Verfahren wiederholt man (unter Umständen nach s
fundenem Ausglühen) bis die erforderliche Gestalt gewonnen ist.

---

[1]) Hanson, D. p. J. 1871, **202**, 19 m. Abb.
Adamson, D. p. J. 1872, **203**, 169 m. Abb.
Tweddel, Revue industr. 1881, S. 353 m. Abb.
Engineering, April 1883, S. 383 m. Abb.

Die andere Art des Einziehens ist weniger leicht verständlich. Man gt das Werkstück *w* auf eine Faust *f*, Fig. 234, und schlägt mittels eines ammers, dessen Bahn nur wenig gewölbt ist, so auf das erstere, dass nur der and der getroffenen Stelle von der Faust geützt wird. Dadurch wird das Blech an der treffenden Stelle ein wenig nach innen gegen, eine Druckspannung winkelrecht zur ldfläche und damit eine gleichgerichtete auchung hervorgebracht. Dieses Verfahren fordert eine grössere Geschicklichkeit des rbeiters und steht deshalb in höherem Anhen, als das vorher beschriebene.

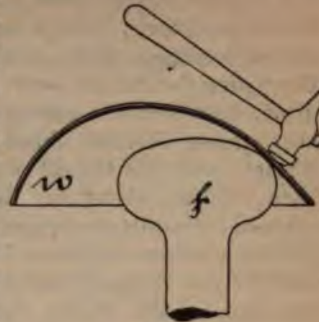


Fig. 234.

Bei zahlreichen hierher gehörenden Arbeiten (Einlegen versteifender Ringe, Bildung ulstförmiger Ringe, die Secken genannt erden, Bildung der Absätze und Treiben er Figuren) tritt ähnlich wie beim Stanzen ne Wechselwirkung der erzeugten Druckd Zugspannungen ein, so dass das Stauchen n einer Stelle das Strecken an einer anderen telle zur Folge hat und umgekehrt. Die in den Werkstätten stattfindende nnvolle Benutzung solcher Erscheinungen reizt zur Erörterung dahin gehöriger rbeitsverfahren; leider ist das durch den Mangel an Raum an dieser Stelle erboten.

Die in Rede stehenden Arbeiten erfordern mannigfach gestaltete Stützächen; zuweilen ist aber unmöglich feste Stützflächen bis in die Vertiefungen er hohlen Werkstücke vorzuschieben. Alsdann behilft man sich mit dem usgiessen, d. h. Ausfüllen des Hohlkörpers mit sogenanntem Treibkitt (zwei eile schwarzes Pech, ein Teil feines Ziegelmehl, und etwas Talg, Wachs oder erpentin).

Bei dem Treiben, namentlich den Streckarbeiten desselben werden nicht elten bis zu 10 Bleche aufeinander gelegt und gleichzeitig bearbeitet. Die ntere der Blechplatten ist grösser als die übrigen; man hämmert den vorpringenden Rand so über die Ränder der anderen Bleche, dass ein fester Paken ntsteht. Damit die Bleche nicht an einzelnen Stellen miteinander sich verinden (s. w. u. unter Verbinden auf Grund der Anziehung) werden sie or dem Zusammenlegen mit einer dünnen Decke, die z. B. aus einem Kreidenstrich bestehen kann, überzogen.

Der Zweck des gleichzeitigen Bearbeitens mehrerer Bleche ist zunächst eitersparnis. Indessen ist noch ein anderer Vorteil damit verbunden, nämlich er einer grösseren Schonung der Bleche: die Arbeit jedes Hammerschlages vereilt sich auf sämtliche Einzelbleche, so dass jedes einzelne weniger hart geroffen wird. Freilich wird dasjenige Blech, auf welches die Hammerschläge nmittelbar fallen, am meisten in Anspruch genommen; in demselben entstehen enn auch nicht selten Fehlstellen.

Auch bei der Gold- und Silberschlägerei[1]) werden mehrere Bleche leichzeitig bearbeitet. Um dieselben voneinander getrennt zu halten, legt an zwischen sie Pergament, ist aber das Metall sehr dünn geworden, sogeannte Goldschlägerhaut (das feine Oberhäutchen vom Blinddarm des Ochsen). an legt das sehr dünne Blech mit den Zwischenlagen zu einem Paken (der orm) zusammen, schiebt sie in eine doppelte, aus Pergament hergestellte asche und schlägt alsdann den Packen mittels Hammers mit schwach geölbter Bahn so lange, bis Länge und Breite der Metallplättchen sich verdoppelt aben. Nunmehr zerschneidet man jedes Blättchen in 4 gleiche Teile und iederholt jene Arbeit u. s. w. Gold wird bis auf 0,1 *mmm* Dicke ausgestreckt.

[1]) Prechtl, techn. Encykl. 1836, Bd. 7, S. 170 m. Abb.

Das Spannen oder Richten dünnwandiger Gegenstände bedarf an diesem Orte noch einiger Worte.

Infolge ungleichmässiger Erwärmung entstehen in den Blechen, in Kreissägeblättern, infolge anderer Umstände in anderen Dingen Beulen, die zu beseitigen sind. Durch Umkehrung des Verfahrens, welches zur Erzeugung der Beulen, bezw. muldenförmiger Gestalten aus ebenen Blechen dient, lässt sich die gestellte Aufgabe lösen; dieses Verfahren erfordert aber grosse Geschicklichkeit, grössere vielleicht als die Erzeugung der Buckel, weil die Gestalt der letzteren nicht so genau geprüft werden kann, als die ebene der Bleche. Die Arbeit ist ausserdem sehr zeitraubend, wie alle diejenigen, welche man allgemein unter dem Namen Treiben zusammenfasst. Wie nun grössere Werke statt des Treibens vielfach das Stanzen oder Drücken (s. w. u.) anwenden, so wird auch das Spannen der Bleche vielfach durch Vorrichtungen bewirkt, welche zwar in der Anschaffung teurer sind als die für die reine Handarbeit erforderlichen, welche aber an Arbeitslöhnen sparen lassen und geringere Handfertigkeit voraussetzen.

Man biegt nämlich das vermöge verschiedenartiger innerer Spannungen Beulen zeigende Blech *w*, vielleicht zwischen drei Walzen *a*, *b* und *c*, Fig. 235. Hierbei müssen zunächst die hervorragenden Beulen des Bleches den Druck der Walzen allein aufnehmen, wodurch stauchend wirkende Kräfte im Blech hervorgerufen werden. Hauptsächlich aber wirkt dadurch das Biegen auf die Ausgleichung der Spannung, auf die Entspannung, dass auf der hohlen Seite des Bleches in deren ganzer Ausdehnung stauchende und an der gegenüberliegenden Seite ebenso allgemein streckende Kräfte auftreten. Es tritt hierbei ein ähnlicher Vorgang ein, wie bei dem Abgleiten auf fast wagerechter Fläche ruhender Körper, sobald sie oder die Stützfläche erschüttert werden (vergl. S. 148).

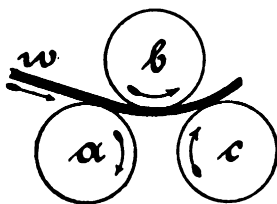


Fig. 235.

Die ursprüngliche Spannung war zu gering, um zu stauchen oder zu strecken; sobald aber überhaupt Stauchen oder Strecken, d. h. gegenseitiges Verschieben der Teilchen eintritt, kommen auch jene Spannungen zu ihrem Recht, wobei, da die Stauchung unter der mittleren Walze *b* stattfindet, gleichzeitig der Druck derselben seitliches Ausweichen, Knicken verhindert.

Einmaliges Biegen im vorliegenden Sinne genügt jedoch nicht zu völliger Beseitigung aller Spannungsungleichheiten, weshalb man das Blech mehrfach nach entgegengesetzter Richtung biegt, wozu dann wohl besondere Blechspannmaschinen [1]) dienen, die mit zahlreichen Walzen ausgerüstet sind.

---

[1]) Mitt. d. Gewerbev. f. Hannover, 1884, S. 132 m. Abb.
Hart, Werkzeugmaschinen.
Z. d. V. d. I. 1882, S. 94 m. Abb.
D. R. P. No. 29023; Z. d. V. d. I. 1884, S. 1011 m. Abb.
Prakt. Masch. Constr. 1883, S. 266 m. Abb.

Zum Gerade-Richten des Drahtes verwendet man in ähnlicher Art angeordnete Rollen, welche je mit einer Rille keilförmigen Querschnitts versehen sind, um seitliches Ausweichen des Drahtes zu verhindern.

In ähnlichem Sinne wirkt Pratt und Whitney's Drahtrichtmaschine [1]).

Eigenartig sind die Stauchvorgänge bei der Bildung des Schliesskopfes eines Nietes.

Die Bildung des Schliesskopfes findet auf zwei Wegen statt, nämlich durch den Schlag eines Hammers oder durch ruhigen Druck eines Stempels.

In ersterem Falle (Fig. 236) kommt die Wirkung der stossenden Hammerfläche zunächst bei den getroffenen Stellen des Nietes zur Geltung, nicht allein deshalb, weil diese Stellen einen kleineren Querschnitt haben als der Nietbolzen, sondern vor allem deshalb, weil die plötzliche Einwirkung, wegen der Trägheit der Massenteilchen, sich nur auf verhältnismässig geringe Weite erstreckt. Es wird demgemäss der Kopf ohne eine Stauchung des im Loch der zu vernietenden Bleche befindlichen Nietschaftes herbeigeführt. Der Nietbolzen musste im rotglühenden Zustande durch die Löcher der unerwärmten Bleche geschoben werden, ist also im kalten Zustande jedenfalls dünner als die Lochweite beträgt, d. h. er füllt das Loch nicht vollständig aus.

Anders ist es, wenn ein Stempel, oder Gesenk *a*, Fig. 237, sich verhältnismässig langsam, aber stetig gegen den durch den Gegenhalter *b* gestützten

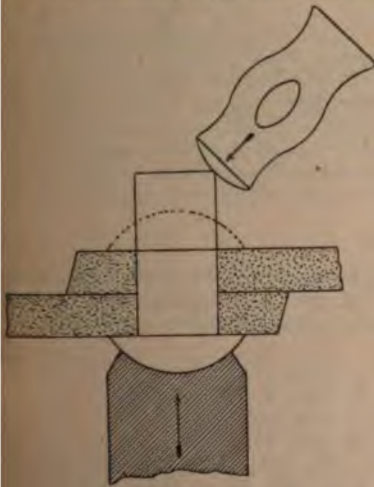


Fig. 236.

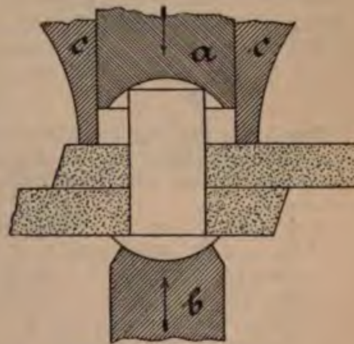


Fig. 237.

Nietbolzen bewegt. Anfangs ist die zur Stauchung kommende Endfläche des Nietbolzens kleiner als sein Querschnitt, so dass dieselbe sich allein vergrössert; bald aber wird dieselbe grösser als letzterer, der im Loch der Bleche befindliche Schaft verdickt sich in dem Masse, wie das Loch solches zulässt, ja, wenn die beiden Bleche nicht dicht aufeinander liegen, so dringt sogar ein Teil des Nietbolzens, einen Grat bildend, zwischen die Bleche. In letzterem Falle ist natürlich ein dichtes Aufeinanderliegen der beiden Blechränder nachträglich nicht zu erreichen, weshalb man, sofern solches verlangt wird, die betreffende Nietmaschine mit einem hohlen Stempel *c* versieht, welcher vor Eintritt der Thätig-

[1]) D. p. J. 1880, **236**, 460 m. Abb.

keit des Stempels *a* die Blechränder fest gegen den ersten Nietkopf drückt, und damit das Eindringen des Nieteisens zwischen die Bleche unmöglich macht. Die ersterwähnte Nietungsweise macht eine derartige Vorsichtsmassregel überflüssig, teils aus den bereits angeführten Gründen, teils deshalb, weil durch das Schwinden des sich abkühlenden Nietes die Köpfe desselben die Bleche scharf zusammendrücken. Der hervorgehobene Unterschied der beiden Nietverfahren ist wohl zu beachten, auch bei Beurteilung der betreffenden Nietmaschinen[1]).

Im allgemeinen wird, wenn eine Stauchung nur an bestimmter Stelle eintreten soll, nur diese Stelle erweicht, bezw. erwärmt, oder nur diese Stelle den entsprechenden Kräften ausgesetzt. Ersteres Verfahren bedarf einer Erörterung nicht mehr, letzteres kann durch Anführung zweier Beispiele kurz erledigt werden. Es wird nämlich in vielen Fällen der betreffende Gegenstand zu beiden Seiten der Stauchungsstelle fest eingespannt, worauf man die Spannvorrichtungen mit entsprechender Kraft gegeneinander bewegt[2]). So staucht man Reifen und Stangen. Das Stemmen oder Verstemmen erfolgt ebenfalls durch auf die betreffende Stelle eingeschränkten Druck.

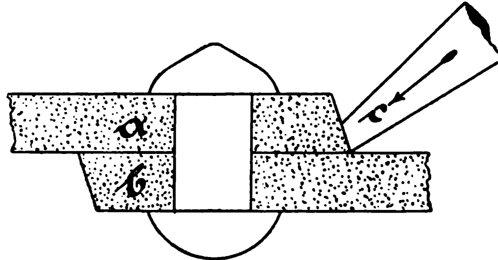


Fig. 238.

Durch die Bildung des Nietschliesskopfes gelingt nicht in allen Fällen das dichte Aneinanderlegen der Blechränder in solcher Ausdehnung, dass die Verbindung für Wasser oder Gase undurchlässig wird. Zuweilen schliessen nicht

---

[1]) Fairbairn, D. p. J. 1840, **76**, 29 m. Abb.
Tangy (Wasserdruck), Z. d. V. d. I. 1866, S. 707 m. Abb.
Tweddel desgl. D. p. J. 1878, **229**, 505 m. Abb.
Maccol desgl. D. p. J. 1878, **230**, 20 m. Abb.
Allen (Lufthammer), D. p. J. 1878, **230**, 101; 1879, **231**, 306 m. Abb.
Heinrich (Wasserdruck), D. p. J. 1880, **236**, 99 m. Abb.; **462** m. Abb.
Deering & Morrison (tragb.) Engineering, Apr. 1881, S. 383 m. Abb.
Nabholz, The Engineer, Sept. 1881, S. 184 m. Abb.
(Krummzapfen u. Wasserdruck vereinigt), The Engineer, März 1882, S. 162 m. Abb.; Engineering, März 1882, S. 201 m. Abb.
Tweddel, The Engineer, Juli 1885, S. 82 m. Abb., Aug. 1885, S. 111 m. Abb.
(Tragbar, m. Wasserdr.), Z. d. V. d. I. 1887, S. 30 m. Abb.

[2]) Zimmermann, D. p. J. 1878, **230**, 399 m. Abb.
Sculfort, Malliard u. Meurice, D. p. J. 1878, **230**, 455 m. Abb.
Brandes, D. p. J. 1880, **235**, 422 m. Abb.
Meckel, D. p. J. 1883, **248**, 405 m. Abb.
Polysius, D. p. J. 1883, **249**, 140.
Auerbach, D. p. J. 1884, **251**, 285; D. R. P. No. 24212.
Demoor, Z. d. V. d. I. 1885, S. 810 m. Abb.

: die Nietköpfe dicht ab. Man staucht sodann die Blechränder und die ·pfe in kaltem Zustande, um die betreffenden Flächen zum Anliegen zu n.

)as hierzu gebräuchliche ältere Werkzeug, der Stemmer *c*, Fig. 238, ist ›issel, dessen Schneide durch eine zur Längenrichtung schräg liegende abgestumpft wurde. Man setzt das Werkzeug *c* mittels der linken Hand den Blechrand und führt mit der rechten Hand den Hammer, welcher emmer in der Pfeilrichtung gegen das Werkstück treibt. Hierbei hat, ıs der Figur zu sehen ist, der Stemmer *c* Neigung, gegen das Blech *b* zu ı, und bei unvorsichtiger Handhabung erreicht man die durch Fig. 239

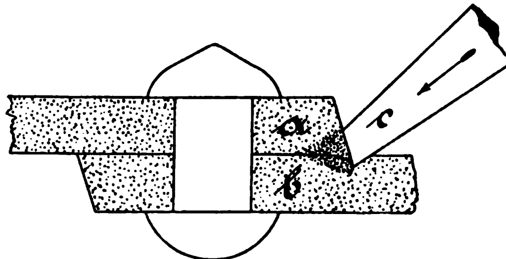


Fig. 239.

tellte Blechkantengestalt: der untere Rand der Blechkante wird in das Blech *b* getrieben und schliesst hier dicht ab. Aber hierdurch entsteht rhebliche Schwächung des Bleches *b* und die erzielte Dichtung ist nicht ıaft, indem der dünn ausgetriebene Rand des Bleches *a* bald abrostet. ›rsichtige Arbeiter hält den Stemmer so weit vom Blech *b* ab (Fig. 240), r dieses niemals berührt, vielmehr den Rand des Bleches *a* auf grössere staucht. Hierdurch verlegt man die Dichtung der Fuge näher an die was sie nicht allein gegen das Rosten schützt, sondern ihr auch eine

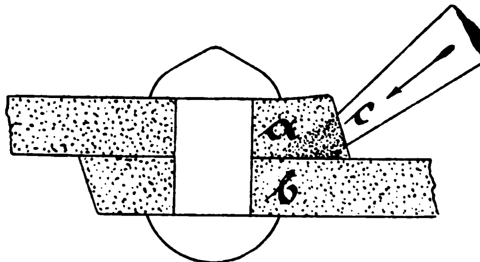


Fig. 240.

Stützung durch die Niete sichert. Die obere Kante des Blechrandes *a* ch bei der vorliegenden Arbeit ein wenig.

'onnery[1]) empfiehlt, dem wirkenden Teil des Stemmers *c*, Fig. 241, die ; der Hammerfinne zu geben. Der Zweck des Verstemmens wird hierzweifellos rascher erreicht, als mittels der ebenen Stemmerfläche, auch die vorliegende Gestalt der Stemmerfläche das Blech *b* vor Beschädigungen sie. Die mittels der gerundeten Stemmerfläche bearbeitete Blechranddürfte jedoch im allgemeinen ein weniger gutes Aussehen haben, als diewelche die ebene Stemmerfläche umgestaltete.

ı gleicher Weise findet auch das Verstemmen der Siederöhren-

D. p. J. 1876, **221**, 199 m. Abb.

ränder bei Dampfkesseln statt. Nachdem das betreffende Röhrenende in die Röhrenplatte gesteckt, treibt man einen schwach verjüngten Stahlbolzen in die Röhrenmündung, um dem Rand der Röhre entsprechende Stützung zu gewähren, und staucht nunmehr den Rand der Röhren, und zwar zuweilen so weit, dass

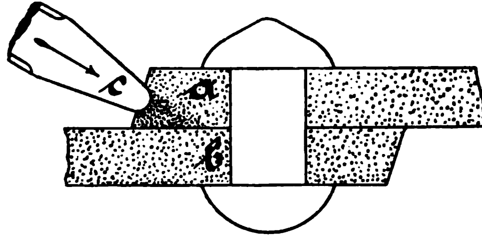


Fig. 241.

er sich ähnlich wie der Kopf eines Nietes gegen die Röhrenwand legt. Es sind für den vorliegenden Zweck auch Werkzeuge im Gebrauch, welche unter grossem Druck Rollen auf dem Röhrenrand laufen lassen [1]).

Das Biegen bewirkt gleichzeitiges Strecken und Stauchen.

Um allgemein eine bestimmte Gestalt durch das Biegen herbeizuführen, legt man den zu biegenden Gegenstand zwischen zwei entsprechend gestaltete Flächen, welche gegeneinander bewegt werden. Das Verfahren ist daher lediglich ein vereinfachtes Stanzen [2]). Holz wird ebenfalls in eine Form gepresst oder um eine Lehre gebogen. Zur Verhütung des Reissens derjenigen Seite, welche gestreckt wird, wendet man bei dem Biegen des Holzes wohl einen in der Längenrichtung desselben wirkenden Druck an [3]).

Das Biegen an bestimmter Stelle eines Werkstückes findet entweder statt, indem man dasselbe an beiden Seiten der herzustellenden Biegung, und zwar dieser möglichst nahe einspannt und dann die Einspannvorrichtungen gegeneinander verdreht [4]), oder nur einen Teil des Werkstückes einspannt, während auf den freien Teil in geeigneter Weise eine Einzelkraft wirkt [5]), oder endlich, indem man das Werkstück einerseits gegen zwei feste Stützen und zwischen diesen beiden eine in entgegengesetzter Richtung wirkende Fläche legt.

---

1) Prakt. Masch. Constr. 1882, S. 355 m. Abb.

2) Vergl. Verfert. d. Wellbleches, D. p. J. 1880, **238**, 27 m. Abb.; 1882, **244**, 276 m. Abb.; 1883, **247**, 139; 1883, **250**, 149 m. Abb.

3) Polyt. Centralbl. 1858, S. 1621 m. Abb.
D. p. J. 1885, **256**, 62 m. Abb.; Z. d. V. d. I. 1886, S. 379.

4) Z. d. V. d. I. 1885, S. 810 m. Abb.

5) Sägenschränkvorrichtungen: Hermann Fischer, die Holzsäge, Berlin 1879, S. 53 m. Abb.
D. p. J. 1877, **224**, 551 m. Abb.; **225**, 135 m. Abb.; 1878, **230**, 196 m. Abb.; 1879, **233**, 96 m. Abb.; 1880, **235**, 101 m. Abb.; 341 m. Abb.; **236**, 18 m. Abb.; 1881, **242**, 407 m. Abb.; 1882, **244**, 432 m. Abb.; 1884, **251**, 210 m. Abb.; 1885, **256**, 487 m. Abb.; **258**, 436 m. Abb.; Z. d. V. d. I. 1882, S. 102 m. Abb.
Bennie's Kielplattenbiegem.: D. p. J. 1878, **229**, 419 m. Abb.
Wasserdruck-Flanschpresse: The Engineer, Sept. 1885, S. 236 m. Abb.
Matratzenfederbiegm.: Polyt. Centralbl. 1858, S. 78 m. Abb.

ie beiden zuletzt genannten Verfahren geben zu einigen Erörterungen ıssung.

e Falzbohle besteht aus einem Holzstab *a*, Fig. 242, der vermöge ıgen Nut auf den umzubiegenden Rand des Bleches *b* geschoben und der Pfeilrichtung gedreht wird, um die erfasste Randbreite empor zu biegen. Biegung möglichst scharfkantig zu er- muss der Blechrand die erwähnte Nute dig ausfüllen, d. h. man bedarf für jede ırke einer besonderen Falzbohle. Die les umzubiegenden Randes entspricht der ır Nut, so dass im allgemeinen auch jede einzelne Falzbreite eine be- Falzbohle erfordert. Man richtet daher das in Rede stehende Werk- Falz- oder Abkantmaschine[1]) so ein, dass die Sohle der Nut ein- und die beiden Seitenflächen derselben gegen das zu biegende Blech t werden können. Das in Rede stehende Umbiegen der Blechränder ch mittels der breitmauligen Falzzange bewirkt.



Fig. 242.

i Bachmann's Maschine zum Bilden kegelförmiger Blechmäntel[2]) wird ır Blechränder an einen eisernen Kegel geklemmt und sodann das Blech eines umlaufenden Kegels um den festen Kegel gerollt.

ıch bei dem Biegen der Röhren wird häufig das eine Ende der zu en Stelle am Biegestock eingeklemmt und sodann am freien Ende der lie biegende Kraft wirken gelassen.

ır dickwandige Röhren lassen sich ohne weitere Vorkehrungen biegen. ınger Wandstärke gegenüber der Röhrenweite geht sehr leicht die Kreis- Querschnittes verloren, zuweilen wird sogar die Röhre platt gedrückt. Um vermeiden, bringt man im Biegestock Rillen an, gegen deren Wandungen Röhrenwand winkelrecht zur Biegungsebene stützt, so dass derselben ch gemacht wird auszuweichen. Kalt zu biegende Kupfer-, Messing- . Röhren giesst man mit Harz oder Treibkitt aus, welche Füllung nach ɛgen ausgeschmolzen wird.

ɛgt man das Werkstück *w*, Fig. 243, auf zwei Stützen *a* und mittels *b* in der Pfeilrichtung auf dasselbe, so erfolgt die Biegung ›. Die Verschiebung der Teilchen erstreckt sich ein wenig nach ınd rechts von der durch *b* ge- n Stelle, beschränkt sich aber im ichen auf den engen, unmittelbar › befindlichen Raum.

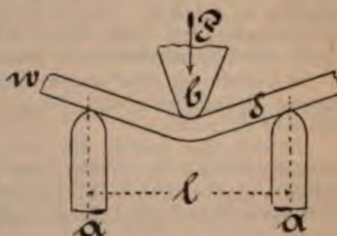


Fig. 243.

ɛzeichnet *P* den zum Biegen er- chen Druck, *l* den Abstand der Stützen *a*, in deren Mitte *b* an- *σ* den der Elastizitätsgrenze ent- nden Widerstand der Flächen- gegen das Fliessen der Teilchen, Trägheitsmoment des unter *b* be- en Werkstückquerschnittes, *y* den Abstand der am meisten in ch genommenen Schicht von der sogenannten neutralen Schicht,

Karmarsch & Heeren, techn. Wörterbuch, 3. Aufl., Bd. 1, S. 346

Prakt. Masch. Constr. 1879, S. 295 m. Abb.
D. p. J. 1880, **237**, 183 m. Abb.

d. h. derjenigen, in welcher weder Strecken noch Stauchen stattfindet, so ist:

$$P > \frac{4 \cdot \sigma \cdot J}{l \cdot y}$$

Für Flacheisen, Bleche, Rundeisen ist $y = \frac{\delta}{2}$, d. i. gleich der halben Dicke, so dass für sie der vorige Ausdruck zu dem anderen wird:

$$P > \frac{8 \cdot \sigma \cdot J}{l \cdot \delta}$$

und ferner, da für rechteckige Querschnitte von der Höhe δ und der Breite b das Trägheitsmoment $J = \frac{b \cdot \delta^3}{12}$ ist, für diese:

$$P > \frac{2}{3} \cdot \sigma \cdot \frac{b \cdot \delta^2}{l}$$

Daraus geht hervor, dass P um so kleiner ausfällt, je grösser l wird, weshalb man sich bestrebt, l so gross als möglich zu machen. Soll, nachdem eine Biegung hervorgebracht ist, eine zweite neben der ersteren herbeigeführt werden, so wird w auf den Stützen a um entsprechendes verschoben; durch Fortsetzung solchen Verfahrens ist möglich, dem Werkstück eine beliebige Zahl Biegungen zu geben. Allein die Enden des Werkstückes müssen auf die Länge $\frac{l}{2}$ ungebogen bleiben. Man sieht, dass durch diesen Umstand in vielen Fällen die Länge l beschränkt wird.

Das ist z. B. der Fall bei den Biegevorrichtungen, welche zum Geraderichten des Stabeisens dienen. Um hierbei nach Umständen mit kleiner Kraft auskommen, aber auf Erfordern bis nahe an die Enden des Werkstückes dieses gerade richten zu können, pflegt man wohl die Entfernung der Stützen a veränderlich zu machen. Das Geraderichten durch Biegen wird durch die elastische Nachgiebigkeit der Stoffe einigermassen erschwert; letztere erfordert ein Durchbiegen, ein Überschreiten der geraden Gestalt während des Biegens, und zwar um die Grösse der elastischen Biegung. Um so mehr ist nötig, dem Arbeiter bequeme Gelegenheit zum Beobachten des Werkstückes während dessen Bearbeitung zu geben.[1])

Ersetzt man sowohl die beiden festen Stützen a, Fig. 243, als auch den wirkenden Teil b durch um ihre Achsen drehbare Walzen, so sind gewissermassen unendliche viele Biegungsstellen aneinander zu reihen; das Werkstück erhält eine glatt bogenförmige Gestalt, wenn man es (vergl. Fig. 244) zwischen

---

[1]) Vergl. über Richtmaschinen:
Liegende Richtmaschine: Z. d. V. d. I. 1867, S. 81 m. Abb.
Wagner & Co., D. p. J. 1873, **210**, 92 m. Abb.
Für schwere Eisen: D. p. J. 1877, **224**, 368 m. Abb.
Schienenrichtm.: Prakt. Masch. Constr. 1883, S. 146 m. Abb.
Wellenricht- u. Ankörnmaschine: Engineering, Okt. 1884, S. 295 m. Abb.
Biegemaschinen:
Für gekröpfte Wellen, D. p. J. 1878, **229**, 316 m. Abb.
Für Klammern, D. p. J. 1880, **236**, 103 m. Abb.
Für Kettenglieder, D. p. J. 1884, **251**, S. 441 m. Abb.
Eckardt's Biegem., D. p. J. 1885, **256**, 210 m. Abb.
Z. d. V. d. I. 1886, S. 570 m. Abb.

den Walzen hindurchführt. Die Anschauung, dass hierdurch ohne weiteres in der ganzen Länge des Werkstückes *w* gleiche Krümmungshalbmesser entständen, ist jedoch eine irrtümliche; erst durch wiederholtes Bearbeiten erzielt man ziemlich gleiche Krümmungshalbmesser.

Es werde die volle Biegung durch einmaligen Durchgang des Werkstückes *w*, Fig. 244, angestrebt. Man hat den vorderen Blechrand bis zur rechts befindlichen Walze *a* vorgeschoben und drückt nun die Walze *b* auf die erforderliche Tiefe nieder. Alsdann biegt sich das Werkstück nur unter *b*, der rechts von der Biegungsstelle befindliche Teil des Werkstückes bleibt überhaupt ungebogen. Bei der Weiterbewegung des Werkstückes stützt sich dieser ungebogene Teil auf die rechts liegende Walze *a* und bringt hierdurch offenbar eine andere Lage des Werkstückes hervor, als wenn der rechts von der Biegung befindliche Teil bis zur Walze *a* gebogen ist und somit auch einen anderen Krümmungshalbmesser. Es ist leicht zu übersehen, dass dieser Fehler erst allmählich verschwindet, so dass, genau genommen sämtliche gewonnene Krümmungshalbmesser ein wenig voneinander abweichen.

Das hintere Ende des Werkstückes bleibt auf gleiche Länge ungebogen wie das vorangehende Ende, man hat daher alle Veranlassung, die Achsenentfernung *l* der beiden Walzen *a* so klein als möglich zu machen. Diese Länge *l* wird aber teilweise von den Walzen verlangt, sie muss grösser sein als ein Walzendurchmesser, und letzterer bestimmt sich nach dem zum Biegen erforderlichem Druck sowie nach der Walzenlänge. Es ist sonach nur wenig Willkür bei Wahl der Grösse *l* möglich. Aus dem Vergleiche einer grösseren Zahl bewährter Blechbiegemaschinen habe ich für den Halbmesser *r* der Walzen den Ausdruck gewonnen:

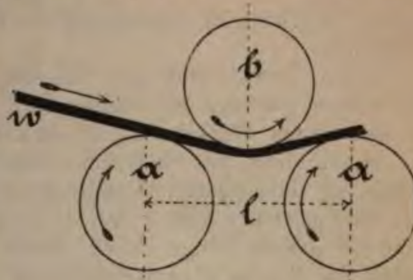


Fig. 244.

$$r^2 = b \cdot \delta$$

wenn *b* die Breite und δ die Dicke des im unerwärmten Zustande zu biegenden Bleches bezeichnet.

Verschiedene Blechbiegemaschinen findet man in den Quellen beschrieben [1]).

Wird die Walze an ihrem einen Ende tiefer gesenkt, als an dem anderen Ende, so entstehen an jenem kleinere Krümmungshalbmesser als an diesem, d. h. das Werkstück erhält die Gestalt eines Kegelmantelstückes. Hiervon wird Gebrauch gemacht, solange die verlangte Kegelmantelgestalt nur wenig von der trommelförmigen abweicht.

Ändert man die Höhenlage der oberen Walze während des Durchganges des Werkstückes, so wird dieses spiralförmig gebogen [2]).

Der kleinste zu erzielende Krümmungshalbmesser ist naturgemäss etwas

[1]) D. p. J. 1849, **114**, 170 m. Abb.; 1878, **229**, 30 m. Abb.; 1883, **248**, 60 m. Abb.
Prakt. Masch. Constr. 1883, S. 267 m. Abb.
Mit senkrechten Walzen: The Engineer, Juli 1881, S. 83 m. Abb.
Engineering, Aug. 1881, S. 135 m. Abb.; The Engineer, Febr. 1882, S. 115 m. Abb.

[2]) Cucherat's Polsterfedernbiegemaschine: D. p. J. 1878, **229**, 215 m. Abb.

grösser als der Halbmesser der mittleren Walze *b*, Fig. 244. Sehr kleine Krümmungshalbmesser erfordern einen so geringen Durchmesser der Mittelwalze (*b*, Fig. 244), dass diese zu schwach wird, um allein auf ihre Zapfen gestützt den zum Biegen nötigen Druck ausüben zu können; man stützt sodann die betr. Walze auch zwischen deren Zapfen. Wenn dünne Bleche in Frage kommen, verwendet man auch nur eine Walze *b*, Fig. 245, die in einer mit Eisenblech ausgefütterten Mulde *a* sich dreht. Damit die Walze *b* das Blech *w* um sich herum zu wickeln vermag, ist in ihr eine Nut angebracht, in welche ein Rand des Bleches *w* greift. Gegen Durchbiegungen der Walze *b* schützt der einstellbare Steg *c*.

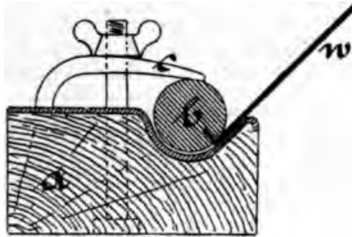


Fig. 245.

Bei dem Biegen des Winkeleisens und anderer Gegenstände unregelmässigen Querschnittes liegt die Gefahr einer Querschnittsveränderung vor, weshalb besondere Vorkehrungen getroffen werden, um z. B. das willkürliche Aufbiegen (Grösserwerden des Winkels) der Winkeleisen zu verhüten [1]).

Bemerkenswert sind auch die Biegmaschinen, deren Zweck ist, ein Winkeleisen (welches als Schiffsspante verwendet werden soll) mit verschieden weiten Winkeln zu versehen [2]).

Streckt man das Ende eines Blechstreifens *w*, Fig. 246, nachdem dasselbe in seiner Querrichtung entsprechend gebogen ist, in den zwischen zwei Stahlplatten *a* und *b* frei bleibenden Spalt und zieht ihn hierauf in seiner ganzen Länge durch diesen Spalt, so nimmt er überall die Gestalt des Spaltes als Querschnitt an. Die in Rede stehende, Seckenzug genannte Vorrichtung dient zur Herstellung blecherner Gesimsleisten, versteifender wulstförmiger Erhöhungen (sogen. Secken) in Blechstreifen u. s. w.

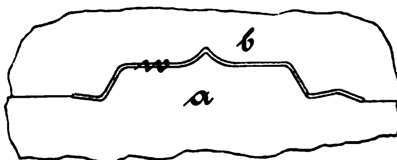


Fig. 246.

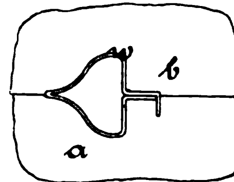
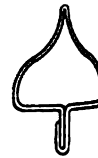


Fig. 247.


Fig. 248.

Zuweilen ist mehrfaches Durchziehen erforderlich, um den gewünschten Querschnitt zu erhalten. So wird z. B. der im Seckenzug, Fig. 246, erzielte Querschnitt nach Fig. 247 weiter umgestaltet und ihm schliesslich in einem dritten Seckenzuge der in Fig. 248 dargestellte Querschnitt gegeben. Die Eintrittsstelle des Seckenzuges ist nach Art der Ziehlöcher (S. 293) erweitert, um den Übergang von einem Querschnitt zum andern zu erleichtern.

---

1) Engineering, Aug. 1885, S. 147 m. Abb.
The Engineer, Aug. 1885, S. 103 m. Abb.

2) The Engineer, Nov. 1885, S. 393 m. Abb.; Z. d. V. d. I. 1886, S. 4 m. Abb.

ın hat die beiden Ziehlochteile *a* und *b* der letzten Figuren auch Valzen ersetzt [1]), auch wohl Seckenzüge und Walzwerke hinter- r wirken lassen.

r Schmied soll womöglich nur durch Verschieben der Teilchen nem anderen Ort des Werkstückes umgestalten. Deshalb erzeugt Joch nicht durch Ausschneiden, sondern durch ein dem Schmieden nliches Verfahren, welches Lochen genannt wird.

s Werkstück *w*, Fig. 249, wird in geeigneter Weise gestützt, ıf den Ambos *A* gelegt, dann der Durchschlag *d* auf die Stelle an welcher das Loch entstehen soll, rch kräftige Hammerschläge eingetrie- as wirksame Ende des Durchschlags ı einer abgestumpften Pyramide, bezw. ıbgestumpften Kegel gebildet, zuweilen a seiner unteren Fläche gerundet, so die in seinem Wege befindlichen Teil- ır Seite drängt. Ist der Durchschlag ıug eingedrungen, so zieht man ihn kehrt das Werkstück um (Fig. 250) zt den Durchschlag der vorher gebil- Vertiefung gegenüber auf, was leicht da durch die ersterwähnte Bearbeitung reffende Teil der Oberfläche verdichtet durch erkennbar gemacht ist. Durch eite Eintreiben des Werkzeugs erzielt n an beiden Mündungen erweitertes Fig. 250). Nur ein dünnes Scheibchen); das übrige, vom Durchschlag ver- Eisen ist dem Werkstück geblieben, selbe z. B. an der betreffenden Stelle ig. 251 verbreitert.

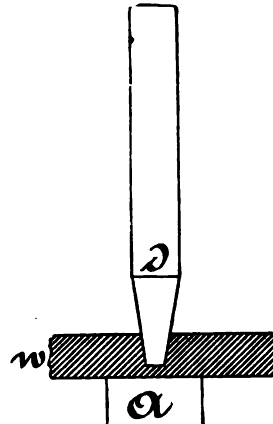


Fig. 249.

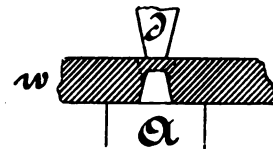
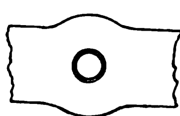
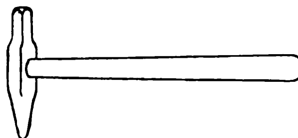


Fig. 250.

enn der Schmied, welcher den Durchschlag elbst auf denselben schlägt, so wird letzterer r Fig. 249 gestaltet, hat aber der Zuschläger schwereren Hammers das Werkzeug einzutreiben, so versieht man vor- lber das letztere mit einem hölzernen Stiel Fig. 252. Letzterer leitet aber die


Fig. 251.


Fig. 252.

tterungen des Durchschlags in ziemlichem Masse in die Hand des Arbeiters, ib bei Benutzung eines Maschinenhammers der hölzerne Stiel durch einen n aus Draht ersetzt wird.

Grössere Löcher auch Gabelungen werden mittels des Aufhauers

---

[1]) D. p. J. 1884, 251, 210 m. Abb.; 254, 288 m. Abb.

vorbereitet. Derselbe unterscheidet sich von dem Meissel (s. w. u.) du seinen zweispitzigen bis abgerundeten Querschnitt (vergl. Fig. 252), v möge wessen das Entstehen scharfer, einspringender Ecken verhütet wi Im übrigen wirkt er auch durch Verdrängen des Metalles.

Jene, mittels **Durchschlags**, wie diese durch **Aufhauen** ge deten Löcher erweitert man nach Bedarf durch Eintreiben eines o mehrerer Dorne. Das sind Werkzeuge, deren Gestalt derjenigen ei abgestumpften Pyramide bezw. e abgestumpften Kegels gleichen. drängen in leicht übersichtlicher W die betreffenden Teile weiter aus ander und werden durch das L getrieben (zu welchem Zweck i das Werkstück über eine Höhl legt), so dass dasselbe überall gl weit wird, oder nur bis zu einer bestimmten Tiefe eingeschlagen.

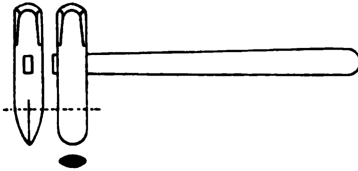


Fig. 252.

Über das auf diesem Wege erreichbare Mass hinaus erweitert r die Löcher durch Strecken ihrer Wandungen mittels der Hammerfi während man das Werkstück über die Spitze eines Hornes schiebt.

I. Das Walzen.

Die Flächen der Walzen wirken im wesentlichen ebenso strecke wie die abgerundeten Keile, die Finnen der Hämmer. Ein Untersch ist nur hinsichtlich des Krümmungshalbmessers und insofern vorhand als die Streckung nicht auf die einzelnen von der Finne getroffe Stellen sich begrenzt, sondern sich zahlreiche Streckungen eng ane ander reihen.

Den Reigen möge eröffnen das Walzen des Glases, welches m verständlich Giessen genannt wird.

Dickere Glasplatten mit grösseren Breiten- und Längenabmessungen las sich durch das Blasen und die zugehörigen Nacharbeiten, welche das gewö liche Fensterglas liefern, nicht erzeugen. Die erwähnte Herstellungsw besteht in dem Blasen einer Glastrommel, deren Böden beseitigt werden, welche man in der Längenrichtung sprengt und sodann in eine Ebene bi Das Gewicht einer so dargestellten Glasscheibe findet sonach seine Grenze der Kraft des Glasarbeiters, welcher es, einschliesslich der unvermeidlichen fälle am Ende der Glasmacherpfeife, schwingen muss.

Grössere und dickere Glasplatten werden auf folgendem W erzeugt.

Auf die hinter und vor der Bildfläche befindlichen Ränder der hohen Rippen versteiften Platte *a*, Fig. 253, befestigt man zwei Schiene deren Dicke derjenigen der zu bildenden Glasplatte entspricht. diese Schienen wird eine schwere eiserne Walze *b* gelegt. Nunm giesst man das zähflüssige Glas aus dem mittels einer Zange an ei Krahn aufgehängten Hafen *c* zickzackförmig auf die Platte *a* aus bewegt die Walze *b* in bezug auf die Figur nach rechts, so dass weiche Masse bis auf die bestimmte Dicke zusammengedrückt, bezw. gebreitet wird.

Behufs leichten Ablösens der ausgewalzten Platte bestreut man vorher Platte *a* mit feinem Sand oder Kreidepulver; um die Walze *b* gegen

ıdigungen durch die hohe Temperatur zu schützen, wird diese zuweilen ;els Wasser gekühlt[1]); die Platte *a* leidet, trotz der hohen Versteifungsrippen, : unter dem Einflusse der an ihrer Oberfläche von dem Glase empfangenen ıperatur; man schiebt die Glasplatte rasch von *a* ab, auch deshalb, um sie ǥlichst bald in den Kühlofen zu bringen, d. h. sie vor Spannungen zu ıtzen, die ihren Bruch zur Folge haben könnten. Es ist auch vorgeschlagen, ı Giesstisch *a* aus mehreren Stücken zusammenzufügen[2]).

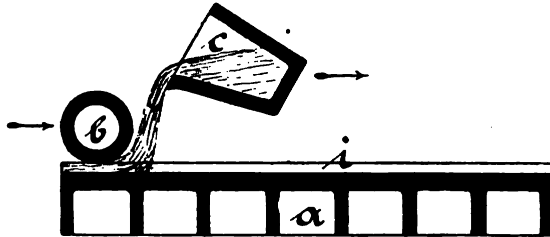


Fig. 253.

Die so gewonnene Platte heisst Rohglas. Sie wird entweder durch chleifen in Spiegelglas verwandelt, oder als Rohglas verwendet. In letzterem alle versieht man die Walze *b* wohl mit eingegrabenen Furchen, so dass eine ıusterung entsteht.

Das beschriebene Verfahren findet man auch angewendet bei dem Ausalzen des Kuchenteiges, der Bildung von Thonplatten und anderen Arbeiten. ie Verschiebung der Teilchen über der Tischplatte erfolgt ebenso wie bei dem ehen der Röhren über einem langen Dorn.

Das allgemein wichtigere Walzen der Metalle findet zwischen enigstens zwei Walzen statt.

Indem man ein bildsames Arbeitsstück *W*, Fig. 254, gegen zwei 'alzen *a* führt, welche sich gegeneinander bewegen und so gelagert

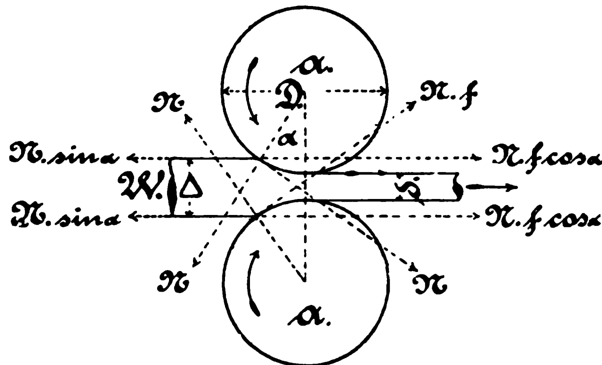


Fig. 254.

.d, dass ihre Entfernung sich nicht zu ändern vermag, wird *W* ver- ·ge der zwischen ihm und den Walzenoberflächen auftretenden Reibung

---

1) Z. d. V. d. I. 1864, S. 451 m. Abb.
2) Revue industr. 1885, S. 284.

zwischen den Walzen hindurch gezogen und seine Dicke von $\triangle$ auf δ vermindert. Die Streckung erfolgt, da die Gestalt der wirkenden Flächenteile der Walzen sich ähnlich verhält, wie die Hammerfinne (vergl. S. 302) winkelrecht zur Achsenrichtung der Walzen; jedoch findet, wie bei Benutzung der Hammerfinne, auch ein geringes Strecken in der Richtung dsr Walzenachsen statt.

Die wirksamen Drücke der Walzen, welche winkelrecht zu ihrer Oberfläche stehen, sind der Eintrittsstelle des Werkstückes *W* zugeneigt; zerlegt man sie in solche, welche winkelrecht zur und solche, welche gleichlaufend mit der Bewegungsrichtung des Werkstückes *W* gerichtet sind, so erhält man in letzteren ein ganzes Bündel solcher Kräfte, welche die Fortbewegung des Werkstückes zu hindern suchen. Am grössten ist der Widerstand bei dem Vorlegen des Werkstückes. Es wirken auf die Kanten desselben die Kräfte *N*, deren senkrecht zum Werkstück gerichtete Zweige sich gegenseitig aufheben, während die in die Bewegungsrichtung desselben fallenden der Fortbewegung hemmend in den Weg treten.

Letztere Kraftzweige haben die Grösse

$$N \,.\, sin\, \alpha \,.$$

Vermöge der beiden Drücke *N* entsteht zwischen jeder Walze und dem Werkstück *W* die Reibung:

$$N \,.\, f$$

wenn *f* die Reibungswertziffer bezeichnet. Die zwei in die Bewegungsrichtung des Werkstückes fallenden Zweige dieser Kräfte betragen, wie aus der Figur ohne weiteres zu entnehmen ist:

$$N \,.\, f \,.\, cos\, \alpha \,.$$

Soll durch sie das Werkstück *W* zwischen die Walzen gezogen werden, so muss:

$$N \,.\, f \,.\, cos\, \alpha \geqq N \,.\, sin\, \alpha$$

oder

$$f \geqq tg\, \alpha$$

sein.

Es ist nun ferner:

$$\triangle = 2\,\frac{D}{2} + \delta - 2\,\frac{D}{2} \,.\, cos\, \alpha$$

sonach: $\triangle - \delta = D\,(1 - cos\, \alpha)$,

oder auch: $\triangle - \delta = \left(1 - \frac{1}{\sqrt{1 + tg^2\, \alpha}}\right) D$,

d. h. es muss, wenn das Hereinziehen des Werkstückes stattfinden soll:

$$\triangle - \delta \leqq \left(1 - \frac{1}{\sqrt{1 + f^2}}\right) D$$

sein.

Wenn *f* selbst zu 0,2 angenommen werden kann, so sagt diese Gleichung, dass

$$\triangle - \delta \leqq \frac{D}{30}\,,$$

oder *D* mindestens dreissig mal grösser sein muss, als die bei einem Durchgange zu erzielende Verdünnung. Die Reibungswertziffer dürfte häufig kleiner sein als 0,2, woraus folgt, dass im allgemeinen die bei einem Durchgange zu erzielende Verdünnung wesentlich kleiner ist, als der dreissigste Teil des Walzendurchmessers. Die durch einen Durchgang hervorgebrachte Verdünnung beträgt thatsächlich 0,04 bis 0,16 der ursprünglichen Dicke.

Um Blech (oder allgemein Platten) zu walzen, verwendet man schlichte Walzen, welche nach jedem Durchgange einander mehr genähert werden. Hierbei ist mit aller Sorgfalt darauf zu achten, dass das Nähern an beiden Enden der Walzen in genau gleicher Weise stattfindet, weil anderenfalls ungleichmässiges Strecken, also Verzerren der Platten eintritt.

Das Werkstück ist nach jedem Durchgange über die Walzen hinweg zu ., um es von neuem vor dieselben legen zu können; hierzu dienen besondere ıebevorrichtungen.

Legt man drei Walzen übereinander, Fig. 255, so ist nur nötig, die aus-ıde Platte vor die andere Walzeneintrittsstelle zu bringen, wobei der Rück-zur vorigen Eintrittsstelle zu weiterer Ausbildung des Werkstückes dient. e Dreiwalzen (Trio-Walzen) werden für Bleche, seltener für andere stücke verwendet.

Für ganz schwere Platten (Panzerplatten der Schiffe u. dergl.) richtet man Antrieb der Walzen so ein, dass man sie sowohl in der einen wie in der ren Richtung sich drehen lassen kann[1]). Tragwalzen *b*, Fig. 256, denen falls die eine oder die andere Drehrichtung gegeben werden kann, fördern Verkstück vor die Arbeitswalzen *a*; nach dem Durchgang des Werkstückes die Drehrichtung umgekehrt, worauf das Werkstück in entgegengesetzter tung zwischen den Arbeitswalzen sich hindurch bewegt.

Eisenbleche werden, mit seltenen Ausnahmen, im glühenden Zustande ge-t, Kupferbleche je nach Umständen im erwärmten oder unerwärmten Zu-le, Messingbleche fast immer im unerwärmten Zustande. Zinn, Zink, Blei, apercha u. s. w. erwärmt man nicht, oder doch nur mässig, und Thon u. a. e bleiben selbstverständlich stets unerwärmt.

Sehr dünne Bleche werden, hauptsächlich um grössere Gleichmässigkeit rzielen, in grösserer Zahl aufeinander liegend gleichzeitig durch die Walzen hrt (vergl. S. 307).



Fig. 255.

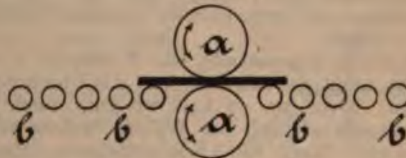


Fig. 256.

Die Längsränder der Bleche, bezw. Platten, fallen wie die Quer-ler unbestimmt aus; sie werden durch Beschneiden ıhtigt. Stabförmige Gegenstände, an welchen das ıneiden der Längsränder selbstverständlich ausge-ssen ist, bedürfen bei dem Walzen volle Rücksicht-ne auf das, wenn auch geringe Strecken in der tung der Walzenachsen.



Fig. 257.

Man könnte vermuten, dass z. B. ein genau runder schnitt dadurch zu erzielen wäre, dass man die Wal-ı, Fig. 257, mit genau zu einander passenden halb-len Hohlkehlen versehe, so dass der für das Werk-k *w* frei bleibende Querschnitt genau kreisförmig le. Zunächst lässt aber ein Blick auf die Figur 257

[1]) D. p. J. 1857, **144**, 161 m. Abb.; Z. d. V. d. I. 1867, S. 358; 1868, S. 154.

erkennen, dass ein vorher kreisförmiger Querschnitt (der punktiert eingetragen ist) nicht in den kleineren kreisrunden Querschnitt gezwängt werden kann. Aber selbst, wenn der Anfangsquerschnitt oval wäre und seine geringste Dicke der Weite der Hohlkehlen entspräche, würde man wohl das Verdünnen durchführen können, aber es würden sich gleichzeitig zwei Näthe in der Weise, wie Fig. 258 in übertriebenem Masse andeutet, bilden, die das Werkstück mindestens unschön machen würden. Die Flächen der Hohlkehlen widerstehen dem seitlichen Ausweichen des Arbeitsstückes, aber die trommelförmigen, an die Hohlkehlen grenzenden Teile der Walzen können dauernd nicht so dicht aufeinander liegend erhalten werden, um jene Nathbildung zu verhüten.

Um z. B. runden Walzdraht herzustellen, giebt man dem Werkstück, von dem quadratischen Querschnitt ausgehend, abwechselnd ovale und quadratische Querschnitte, welche Fig. 258 in $^{1}/_{3}$ der natürlichen Grösse wiedergiebt. Man sieht aus den Figurenteilen, dass das Werkstück vor den Walzen schmäler



Fig. 258.



Fig. 259.

ist als die Walzenfurche, in welcher es zunächst bearbeitet werden soll; während des Walzens erbreitert es sich so weit, dass es die Walzenfurche auch in der Breite ausfüllt, ohne jedoch an den Berührungsstellen einen nennenswerten Druck auszuüben.

Damit die richtige Lage des Walzstückes gegenüber der Walzfurche mit Sicherheit erzielt wird, bringt man vor den Walzen Platten mit Löchern an; letztere haben die erforderliche Gestalt, Weite und Lage, um das Walzstück sicher zu leiten.

So dünne Gegenstände, wie Walzdraht u. a. werden mittels Dreiwalzen bearbeitet, nicht der Schwierigkeit des Überhebens halber, sondern um sie fertig zu walzen, bevor sie zu kalt werden. Auch wird aus gleichem Grunde die Umfangsgeschwindigkeit der Walzen (welche sonst für Eisen zwischen 1,5 und 2,5 *m* sekundl. liegt) bis 3,5 *m* gesteigert. Endlich aber lässt man das dünne

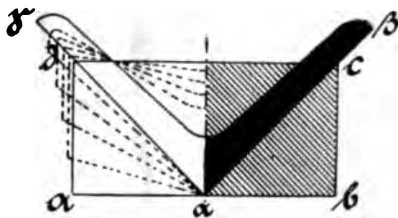


Fig. 260.

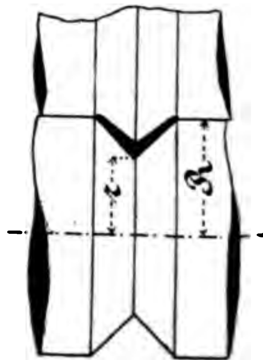


Fig. 261.

Werkstück nicht erst vollständig durch die Walzen gehen, bevor es in ein anderes Kaliber gesteckt wird, sondern führt das hervortretende Ende

ilfe einer Zange dem letzteren sofort zu. Hierfür sind besondere Vorrichtungen dacht[1]).

Bei Herstellung des Winkeleisens $\alpha\ \beta\ \gamma$, Fig. 260, aus dem rechtkigen Querschnitt $a\ b\ c\ d$ ist ebenso das seitwärts stattfindende Verdrängen r Teilchen zu berücksichtigen; die Länge $\overline{a\ b}$ ist kleiner als $\overline{\beta\ \gamma}$. Jedes folgende 'alzenfurchenpaar ist so bemessen, dass dem Breiterwerden Raum gewährt, er doch eine gewisse Grenze gesteckt wird, um einerseits der Nahtbildung, ndererseits der Formlosigkeit vorzubeugen. Die Figur stellt das Breiterwerden was übertrieben dar.

Das Gleiche kommt bei anderen Querschnitten in Frage.

An dem Fertigkaliber für Winkeleisen, Fig. 261, erkennt man, dass die 'alzen mit verschiedenen Halbmessern r, bezw. R, also mit verschiedenen Umngsgeschwindigkeiten arbeiten, während doch das Werkstück im wesentlichen seinen Querschnittteilen gleiche Geschwindigkeit hat. Demzufolge gleiten ie Walzenflächen in erheblichem Masse an den Flächen des Werkstückes, chädigen durch Zerren das letztere und verbrauchen eine bedeutende Arbeitsnenge für die Reibung. Man kann diesen Übelstand mindern durch vorheriges Auswalzen des durch Fig. 262 dargestellten Querschnittes und darauf folgendes Zusammenbiegen im Fertigkaliber, Fig. 261. Auch U-Eisen lässt sich auf dem angegebenen Wege erzeugen.



Fig. 262.

Für gewöhnlich wird der Querschnitt des Walzstückes, das Kaliber, durch zwei Walzen gebildet. Man verwendet aber auch ein wagerechtes und ein senkrechtes Walzenpaar dicht hintereinander, so dass z. B. rechteckige Querschnitte auf allen Seiten vollen Druck erfahren[2]), und in Ausnahmefällen werden auch mehr als zwei Walzen so zusammengelegt, dass sie gleichzeitig einen und denselben Werkstückquerschnitt beeinflussen. Fig. 263 versinnlicht ein Beispiel solcher Walzenanordnungen[3]). Mittels kegelförmiger, sich drehender Werkzeuge erzeugt man runde Scheiben[4]).

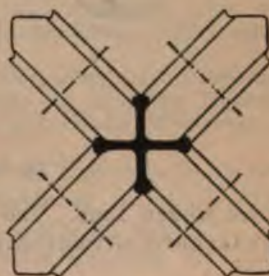


Fig. 263.

Ein Ring, welcher so zwischen zwei Walzen gebracht wird, dass seine Ebene winkelrecht zu den Walzenachsen liegt, erfährt durch die Walzen eine Verkleinerung seines Querschnitts und damit eine Verlängerung seines Umfanges. Hiervon wird z. B. Gebrauch gemacht bei der Herstellung ungeschweisster Eisenbahnwagenradreifen[5]).

Ein runder Eisenblock wird gelocht (S. 317), dann das Loch aufgedornt (S. 318), auf einem Horn die Streckung mittels Hammerschläge fortge-

---

[1]) Erkenzweig, D. p. J. 1883, **250**, 294 m. Abb.
Daelen, D. p. J. 1884, **254**, 54 m. Abb.
Schönborn u. Zöllner, D. p. J. 1885, **257**, 89 m. Abb.
Comer, D. p. J. 1885, **258**, 402 m. Abb.

[2]) D. p. J. 1861, **162**, 414; 1862, **164**, 401; 1863, **170**, 23; Z. d. V. d. I. 1864, S. 261; 1875, S. 97; D. p. J. 1875, **216**, 313, sämtl. m. Abb.

[3]) Engineering, Febr. 1868, S. 118 m. Abb.

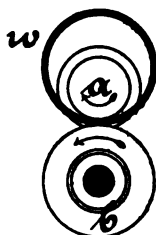
[4]) Mitt. d. Gewerbev. f. Hannov. 1858, S. 14 m. Abb.

[5]) Engineering, Juli 1868, S. 5 m. Abb.; Z. d. V. d. I. 1875, S. 27 m. Abb.; D. p. J. 1875, **215**, 492 m. Abb.

setzt und der so gebildete Ring auf einem Walzwerk der in Rede stehenden Art auf die gewünschte Weite vergrössert.

Auch zum Aufweiten der Lokomotivsiederöhren (behufs Schweissens derselben) dienen derartige Walzwerke. In Fig. 264 bezeichnet *w* die in Bearbeitung befindliche Röhre, *a* die angetriebene Walze, welche fliegend gelagert ist, *b* die zweite Walze. Letztere dreht sich um einen Bolzen, der in dem Schlitten *c* steckt. Der Schlitten *c* wird in der Pfeilrichtung angedrückt.

Ebenso wie das Strecken zwischen zwei Walzen mit dem Auswalzen des Glases u. s. w. (S. 318) verwandt ist, berührt das durch Fig. 264 dargestellte Verfahren sich mit dem Einwalzen der Siederöhren in die Röhrenwände. Es soll der Durchmesser der Röhrenenden in dem Grade vergrössert werden, dass ihre Aussenseite sich fest an die Innenflächen der betr. Löcher legen. Das kann nur in den Löchern selbst geschehen, weshalb die Walze nur an der Innenseite des betr. Röhren-



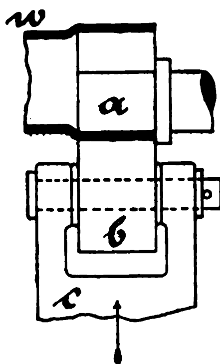


Fig. 264.



Fig. 265.

endes wirken kann. Die Fig. 265 und 266 stellen eine gebräuchliche Siederohrdichtmaschine in zwei Schnitten dar. *r* bezeichnet die in

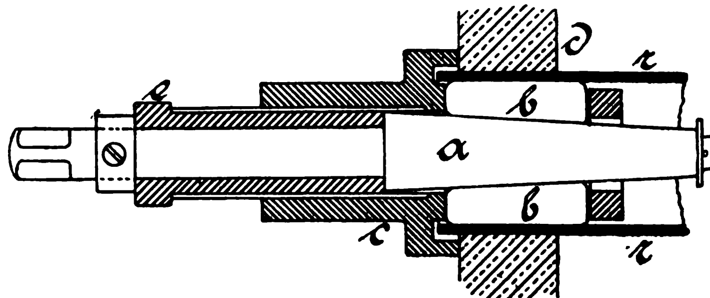


Fig. 266.

die Röhrenwand *d* einzudichtende Röhre. Man hat in dieselbe den Körper *c* gesteckt, und zwar auf solche Tiefe, als der Rand des Körpers *e* gestattet. In 3 Schlitzen des Körpers liegen ebensoviele Stahlwalzen *b*

e sich auf den Stahldorn *a* stützen. Indem man letzteren dreht, rollen e Walzen in der Röhre *r* herum; in dem Masse, wie die Röhre *r* sich weitert, wird der Dorn *a* mittels der hohlen Schraube *e* tiefer eingeückt, wodurch die Walzen *b* mehr nach aussen gedrängt werden. Vergl. er ähnliche Werkzeuge die Quellen [1]).

Geschichtliche Angaben über Walzwerke und sonstige bemerkenserte Nachrichten über dieselben enthält Mäurer's Werk [2]).

K. Die Arbeiten auf der Töpferscheibe.

Die alte Töpferscheibe besteht aus einer senkrechten im Spurd Halslager geführten Spindel, welche an ihrem oberen Ende mit der gentlichen Arbeits-Scheibe, weiter unten aber mit einer schweren hölzernen ntriebsscheibe ausgerüstet ist, welche der Töpfer mittels der Füsse dreht nd welche auch als Schwungrad dient. Der Töpfer sitzt vor der Scheibe. eine Werkzeuge sind in erster Linie die Hände; ein nach Umständen n ein Stäbchen gebundener Schwamm und auch hölzerne oder eiserne, ittels der Hände geführte Lehren ergänzen jene.

Gewöhnliche Thongefässe werden z. B. auf folgende Weise gestaltet. Ein ehörig durchkneteter Thonballen kommt auf die Scheibe und wird, während ie Scheibe kreist, mit den nassen Händen zunächst so beeinflusst, dass seine Achse mit derjenigen der Scheibe zusammenfällt. Hierauf fährt der Töpfer mit einem oder beiden Daumen in die Mitte des kreisenden Thonballens, so den Thon nach aussen drängend (vergl. Lochen, S. 317), ersetzt die Daumen auch wohl durch eine ganze Hand, drückt von innen wie von aussen gegen die entstehende Thonwand, sie so verdünnend, bezw. die Thonteilchen so verdrängend, dass die gewünschte Gestalt des Gefässes entsteht. Bei Gefässen mit Hals ist hierbei zuweilen auch Stauchen erforderlich. Der nasse Schwamm dient zum Glätten der Oberfläche. Schliesslich schneidet man das fertige Gefäss mittels eines Drahtes von der Scheibe ab.

Sollen derartige Gefässe eine genauere Gestalt erhalten, als das erwähnte Arbeitsverfahren zu liefern vermag, so befestigt man sie nach dem Trocknen wiederholt auf der Scheibe und dreht sie mittels schneidender Werkzeuge ab bezw. aus.

Der Grossbetrieb benutzt in der Regel auf die Töpferscheibe gesetzte Gipsformen in, bezw. auf welche dünne Thonblätter (vergl. S. 319), Schwarten, gelegt und dann mittels Lehren bearbeitet werden [3]).

Es werden die Lehren mit besonderer Berücksichtigung der beabsichtigten Verdrängung gestaltet [4]).

Übrigens hat diese Thonbearbeitung viel Verwandtes mit der Lehmformerei (S. 263).

---

[1]) Bork, D. R. P. No. 11901.
Selig, D. p. J. 1882, **246**, 400 m. Abb.
Revolton, Z. d. V. d. I. 1883, S. 721 m. Abb.
Lohf u. Wolfsberg, D. p. J. 1884, **252**, 144 m. Abb.

[2]) Die Formen der Walzkunst, Stuttgart 1865.

[3]) D. p. J. 1861, **162**, 354 m. Abb.; 1871, **201**, 21 m. Abb.; 1876, **222**, 110 m. Abb.; 1879, **232**, 13 m. Abb.; 1882, **245**, 110 m. Abb.; 1885, **255**, 506 m. Abb.
The Engineer, Dez. 1881, S. 472 m. Abb.
D. R. P. No. 19230.

[4]) D. R. P. No. 25345; D. p. J. 1884, **252**, 232.

L. Das Drücken.

Es dient zur Gefässbildnng aus Blech und die Bewegung der Blechteilchen gegeneinander ist eine ähnliche, wie bei dem Stanzen (S. 296) und Treiben (S. 303). An der Spindel *a*, Fig. 267, einer gewöhnlichen Drehbank ist ein aus hartem Holz, selten aus Metall gefertigtes Futter *b* geschraubt. Gegen dieses Futter ist das Werkstück *w* gelegt und mittels der Schraube *c*, deren Mutter *d* in dem Futter oder auch in der Drehbankspindel *a* liegt, befestigt, so dass es die Drehbewegung der Spindel mitmachen muss. Man drückt nun die gut gerundeten, sehr glatten Enden der Werkzeuge *e* und *f* gegen das Blech *w*, und zwar *e* mehr als *f*, und führt sie allmählich von der Mitte zum Rande des Bleches. Um den Druck genügend kräftig zu erzielen, werden die Werkzeuge gegen die in verschiedene Löcher der Drehbank zu steckende Stifte *x* gestützt. Der Druck des Werkzeugs *e* wird so geregelt, dass das allmählich eine kegelförmige Gestalt annehmende Blech zwar zeitweise wellenförmig wird, aber keine Falten bildet. Um die Reibung der Werkzeuge an dem rasch kreisenden Blech möglichst zu mindern, werden die Werkzeugenden fleissig geschmiert, und zwar meistens mittels Seifenwassers. Sobald für das Werkzug *f* kein Raum mehr vorhanden ist, drückt man mit dem Werkzeug *e* allein, da nunmehr eine Faltenbildung ausgeschlossen ist, das Blech bis auf das Futter, indem *e* immer von der Befestigungsstelle des Werkstückes zum Rande desselben geführt wird.

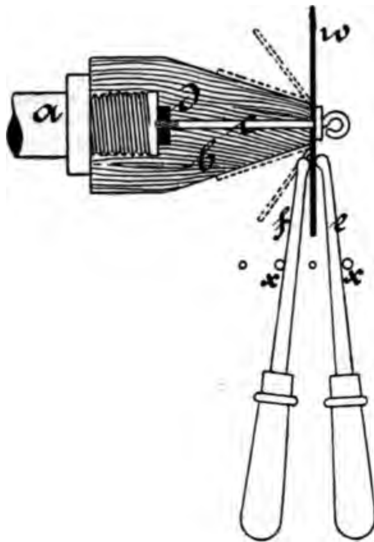


Fig. 267.

Reicher gestaltete Werkstücke erfordern mehrfache Bearbeitung auf verschiedenen Futtern, um die ebene Gestalt des Bleches allmählich in die verlangte neue Gestalt überzuführen. Dabei sind die Werkzeugenden nach den Gestalten des Werkstückes zu wählen, und zwar so, dass erstere gut in die Vertiefungen und Hohlkanten einzudringen vermögen.

Das Futter muss zuweilen aus mehreren Teilen bestehen, um es von dem Werkstück freimachen zu können. Soll letzteres z. B. mit einer halsförmigen Verengung versehen sein, so drückt man das Blech zunächst auf einem anderen Futter nach den punktierten Linien der Fig. 268 und schiebt es sodann über ein Futter, dessen Wulst *i* aus einzelnen, nach innen herausziehbaren Teilen besteht.

Das Drücken findet auch in hohlen Futtern statt.

Gegenstände, welche man behufs Befestigens auf dem Futter nicht mit einem Loch versehen darf, werden nach Art der Fig. 269 festgehalten.

Es handelt sich z. B. um das Drücken eines Tellers. Das Blech ist auf einem anderen Futter mit dem Rande *r* versehen. Man legt es nunmehr gegen das Futter *b*, Fig. 269, fügt eine Holzscheibe *c* hinzu und lässt gegen die

unter Vermittlung eines metallnen Scheibchens) die Reitnagel- der Drehbank wirken. Nunmehr findet das Drücken in gewöhnlicher tt. Auch der Versteifungsring für den Rand des Tellers wird durch befestigt, indem man denselben innerhalb des Randes r einlegt und niederdrückt[1]).

Das Glätten.

le der Bearbeitungsweisen lassen Rauhigkeiten bezw. Uneben- er Oberfläche entstehen, deren Beseitigung kmässigkeits- oder Schönheitsgründen ver- rd. Genügend bildsame Stoffe werden ge- l. h. deren Oberfläche gleichartiger gemacht iederdrücken der Hervorragungen, wobei iefungen entsprechend hervorquellen.



Fig. 268.

allgemeine Erklärung sämtlicher hierher r Arbeiten kann der Satz gelten, dass bei ltungen auf Grund der Bildsamkeit die nden Flächen Abbilder der wirkenden Flächen sind. So erzeugen zende Metallflächen einen ähnlichen Glanz auf den von ihnen be- n Stoffen, stark zusammengepresstes Papier oder Filz, durch nde Werkzeuge geglättet bringen einen lanz hervor und wenn man z. B. Papier ier, oder Gewebe auf Gewebe drückt, e sich gegenseitig glätten, so wird der nde Glanz demgemäss eigenartig.

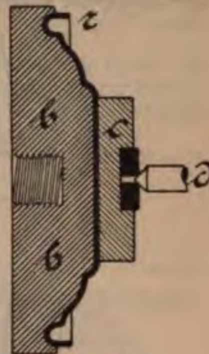


Fig. 269.

ufs des Glättens ist häufig eine Er- erforderlich. Findet dieselbe durch An- statt, so ist häufig erwünscht, um die ne Glätte nicht teilweise verloren gehen n, während des Glättens zu trocknen. zt deshalb die glättenden Flächen.

Heizen der Flächen findet aber auch m die Erweichung (z. B. aus tierischen hergestellter Gewebe) herbeizuführen.

e eigentlich umgestaltenden Werkzeugflächen, deren Zustand en entspricht, welchen man am Werkstück zu sehen wünscht, daher die Anwendung besonderer Glättverfahren im allgemeinen ig; alle übrigen überlassen die Erzeugung des verlangten Zu- (wenn nicht eine Bearbeitung durch Trennen in Frage kommt) tverfahren bezw. den Glättwerkzeugen.

In diesem Sinne dient die schwach gewölbte Bahn des Schmiede- zur Beseitigung der Spuren der Hammerfinne, die glänzend ahn des Polierhammers zum Glätten der getriebenen Gegen-

die zu glättende Stelle des Werkstückes genau zu treffen, setzt Werkzeug zunächst auf und bringt sodann den erforderlichen

---

[1]) ergl. Prechtl, techn. Encykl. 1830, Bd. 2, S. 314 m. Abb.
. p. J. 1886, **261**, 521 m. Abb.

Druck durch Schlagen mittels eines schweren Hammers oder auf andere Weise hervor. Hierher gehört der Aufsetzhammer, Fig. 270, dessen breite, ebene Bahn zum Glätten der Schmiedestücke dient; das Rundgesenk, Fig. 271, der Schellhammer Fig. 272 u. a.

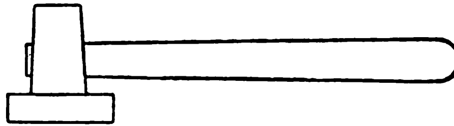


Fig. 270.

Das Rundgesenk besteht aus dem Untergesenk *u*, Fig. 271, welches mit Hilfe seines Zapfens in ein Loch des Ambos greift, oder auf andere Weise auf demselben erhalten wird, und dem Obergesenk *o*, welches mittels eines Stieles gehalten und durch Hammerschläge niedergedrückt wird. Das Werkstück *w* wird nach jedem Schlage ein wenig gedreht, so dass sämtliche Oberflächenteile desselben mit den Gesenkflächen in Berührung kommen.

Der Schellhammer, Fig. 272, dient zur Glättung des mittels Hammerschläge gebildeten Nietkopfes; seine Bahn ist dementsprechend nach einem Kugelabschnitt ausgehöhlt.

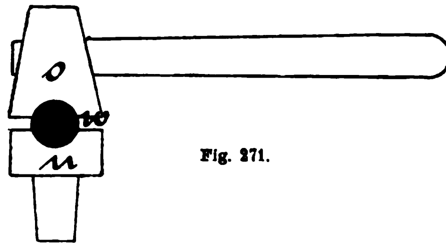


Fig. 271.

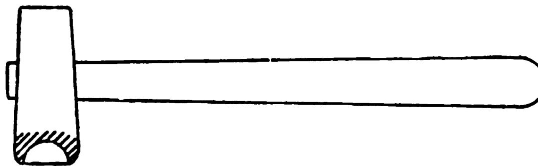


Fig. 272.

Auch anders gestaltete Gesenke haben die Aufgabe, die durch Schmieden mittels der gewöhnlichen Hämmer roh vorgebildeten Gestalten zu vollenden.

Leder, Gewebe, Papier werden ebenfalls durch Aufdrücken harter Flächen geglättet. Um mit einer Pressung zahlreiche Papierbogen behandeln zu können, lässt man nicht allein die betr. Flächen der Pressen wirken, sondern schaltet zahlreiche, glänzend glatt gemachte Flächen zwischen die einen Packen bildenden Bogen. Dabei ist nicht nötig, dass jede zu glättende Papierfläche mit einer Glättplatte in Berührung tritt, vielmehr glätten sich die einander gegenüberliegenden Papierflächen gegenseitig. Allerdings ist bei Benutzung dieser Thatsache erforderlich,

mehrfach anderen Papierflächen gegenüber zu legen. Bei
ler Gewebe legt man Metall- oder Pappplatten, sogenannte
in die Falten und ändert die Lage der Falten mehrfach,
Flächenteile der Gewebe möglichst gleichförmig zu treffen.
ınd Leder werden nicht selten mittels Klopfmaschinen
lass das Verfahren sich noch enger an das Glätten mittels
ıliesst [1]).

eseitigung der Rauhigkeiten gelingt mit um so geringerer
ıer die Fläche ist, auf welche in jedem Augenblick gewirkt
ttet man mittels Walzen, welche jederzeit nur auf einen
ifen des Werkstücks drücken.

wird nur eine Walze verwendet, welche mehr den Namen Rolle
sich lose um den Bolzen einer Gabel dreht, welche über das
und her bewegt wird. Das Werkstück wird auf eine feste
mständen aber auch auf eine etwas weiche Fläche gelegt. Die
tweder durch die freie Hand geführt, oder durch mechanische
her bewegt, was eine besondere Führung erforderlich macht,
, so werden Tapeten, Gewebe und dergleichen geglättet; auch
dieses Glättverfahren im Gebrauch [2]).
t, um eine gleichförmige Glättung herbeizuführen, das Werkstück
sthätige Schalteinrichtung nach jeder Überführung der Glättwalze
r zu rücken.

n zwischen zwei Walzen bedarf weiterer Erläuterung nicht. Es
, dass bei seiner Anwendung häufig zahlreiche, zu einem Packen
e, mit Glättplatten durchschossene Werkstücke (z. B. Satinieren
leichzeitig zwischen den Walzen hindurch geführt werden.
ähiger sind im allgemeinen die mit mehr (bis 11) Walzen aus-
ttmaschinen [3]).

Erwähnung verdient das unter
Mangeln bekannte Glättverfah-
kelt das zu Glättende (Gewebe)
e Walze und legt diese zwischen
r zwei trommelförmige Flächen,
echend zusammengedrückt und
verschoben werden, so dass die
lze zwischen ihnen rollt.

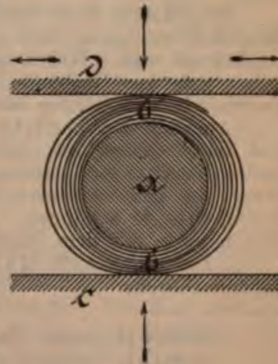


Fig. 273.

8 bezeichnet *a* die Walze, *b* das auf
elte Gewebe, *c* die eine, *d* die andere
lche entweder beide sich gegenein-
n, oder von denen nur eine die hin-
Bewegung macht. Es findet das Zu-
des Stoffes an zwei einander gegen-
tellen statt, und zwar erfolgt die
ler Oberflächen durch den gegen-
lerselben. Auch wenn das Gewebe
elt ist, wird die Bewicklung durch den Druck oval, wodurch

1, Techn. Encykl. Ergänzungsband 3, 1861, S. 525 m. Abb.
, Technologie der Gespinstfasern, Bd. 2, S. 489 m. Abb.
1879, **233**, 90 m. Abb.
lätten kupferner Trockentrommeln: D. p. J. 1884, **253**, 252.
1838, **69**, 16 m. Abb.; 1880, **236**, 205 u. 206 m. Abb.; 1881,
b.; 1886, **260**, 68 m. Abb.

Verschiebungen zwischen den Gewebflächen herbeigeführt werden, welche das Glätten fördern[1]).

c. Das Verschieben der zum Glätten dienenden harten, glatten Flächen auf den Werkstücken wird in ausgedehntem Grade bei den folgenden Glättverfahren angewendet. In Fig. 274 bezeichnet *a* das Glättwerkzeug, *b* das Werkstück in vielfach vergrössertem Massstabe. *a* wird so gegen das Werkstück gedrückt, dass längs einer kleinen Fläche die Festigkeit des letzteren überwunden wird, und gleichzeitig gleichlaufend mit der Oberfläche des Werkstückes verschoben, so dass die Erhöhungen der unglatten Fläche in die Vertiefungen verschoben werden.

Hierher gehört:

α. Das Glätten mittels Polierstahles oder Poliersteines. Abgerundete, hochglatte, mit einer entsprechenden Handhabe versehene harte Stahl- oder Steinflächen verwendet man in diesem Sinne (unter Benutzung geeigneter Schmiermittel) zum Glätten der weicheren Metalle, einschl. des Kupfers und der Bronze. Der Blutstein (natürliches Eisenoxyd, Glaskopf) ist für die härteren der hier in Frage kommenden Metalle beliebt, während Quarz, Achat mehr zur Bearbeitung der weicheren Metalle dient. Die Polierfeile ist ein hartes Stahlwerkzeug, dessen Oberfläche mit leichten, vom Schleifen herrührenden wellenförmigen Erhebungen bedeckt ist; sie wird winkelrecht zur Längenausdehnung der Wellen über das Werkstück geführt und wirkt schonender als der Polierstahl oder Polierstein, indem gleichzeitig mehrere der geringen Erhöhungen angreifen, also der angewendete Druck verteilt wird.

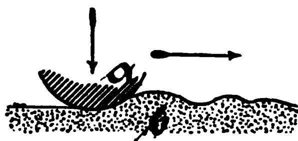


Fig. 274.

Der Polierstein dient ferner zum Hervorbringen hohen Glanzes auf Papier, Kattun u. s. w. und wird zu dem Ende seltener freihändig, häufiger mittels mechanischer Vorrichtungen hin und her bewegt[2]).

In gleichem Sinne wirkt die sogenannte Kratzbürste, d. i. ein Bündel Metalldrähte, dessen Ende über die zu glättende Fläche unter Druck hin und her bewegt wird. Wegen der Biegsamkeit der einzelnen Drähte weichen dieselben grösseren Unebenheiten aus, beseitigen aber die kleineren, so dass die Kratzbürste zum Glätten von Bildwerken und dergl. sehr geeignet ist.

Auch die Putzbürste (zum Putzen der Stiefel, der eisernen Öfen u. s. w.) und die Bürstmaschine, welche in Tapetenfabriken zum Glätten einiger Grundfarben benutzt wird, ebenso das Glätten der Seile durch Reiben mit hartem Werg, der Drechslerwaren durch Reiben mit harten Drechslerspänen sind an diesem Orte zu erwähnen. Das Glätten der Kerzen[3]) deckt sich, seinem Wesen nach, mit dem Glätten durch Poliersteine.

β. Die sogenannte Muldenpresse[4]) dient zum Glätten des Tuches und anderer Gewebe.

---

[1]) Prechtl, techn. Encykl. 1838, Bd. 9, S. 483 m. Abb.
Grothe, Techn. d. Faserstoffe 1882, Bd. 2, S. 475 m. Abb.
D. p. J. 1858, **149**, 26 m. Abb.; 1880, **236**, 112 m. Abb.; 1882, **244**, 167; 1883, **247**, 284 m. Abb. D. R. P. No. 2900, 3702, 4289, 8447.
Pr. Masch. Constr. 1874, S. 18 m. Abb.; 1886, S. 12 m. Abb.

[2]) Prechtl, Techn. Encyklop. 1836, Bd. 7, S. 78 m. Abb.
D. p. J. 1883, **250**, 186 m. Abb.

[3]) Prechtl, techn. Encyklop., Ergänzungsband 3, S. 28 m. Abb.

[4]) Springborn u. Baush, D. p. J. 1878, **229**, 330 m. Abb.
Esser u. Iwand, D. R. P. No. 353; D. p. J. 1878, **229**, 391.
Gessner, D. R. P. No. 1677; D. p. J. 1878, **230**, 400 m. Abb.
Rudolph & Kühne, D. R. P. No. 19114; D. p. J. 1884, **251**, 532 m. Abb.
Grothe, Technologie der Gespinstfasern 1882, Bd. 2, S. 541 m. Abb.

In die Mulde *a a*, Fig. 275, ist eine glatte gebogene Platte gelegt, über elche das Werkstück *w* gleitet und zwar vermöge der Einwirkung der an r Oberfläche etwas rauhen Walze *b*, welche mit grosser Kraft nach unten drückt wird.

γ. Nebeneinander liegende Walzen halten verschiedene Umfangsgeschwingkeiten (Kalander, richtiger Glander) er sie werden in ihrer Längenrichtung geneinander verschoben (Stossglaner), um ein Gleiten an den zu glättenn Werkstücken hervorzubringen. Es sei er bemerkt, dass ein gewisses Gleiten ch bei den vorher erwähnten Glättalzen dadurch hervorgerufen wird, dass r eine der Walzen angetrieben wird, ährend die übrigen durch die Reibung dem Werkstück ihre Drehung erfahren [1]).

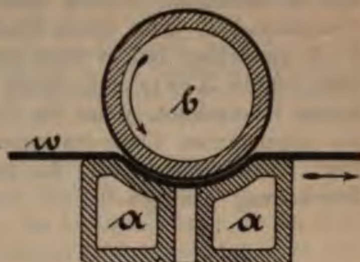


Fig. 274.

3. Umgestalten auf Grund der Teilbarkeit.

A. Das Zerreissen.

a. Reines Zerreissen an bestimmter Stelle ist nur zu erreichen, enn die Stelle von vornherein die schwächste ist oder vorher entprechende Schwächung erfährt, oder wenn die ziehenden Kräfte nahe er vorgesehenen Bruchstelle angreifen.

Beispiele bilden: Das Lochen des Papieres für Zeitungs- u. s. w. ruck, behufs selbstthätigen Abreissens der einzelnen Bogen von dem apierbande und das Zerreissen der Flachs-, Hanf- u. s. w. Fasern.

Ersteres findet in gleicher Weise statt wie die Einleitung der Trennung, elche für Briefmarken gebräuchlich ist: man vermindert durch das Lochen en betreffenden Querschnitt um mehr als die Hälfte, so dass bei entsprechender nspannung der Bruch zweifellos durch die Lochreihe geht.

Behufs Zerreissens der Gespinstfasern (welches die Trennung des wertolleren Mittelstückes von den Wurzelenden und Spitzen bezweckt) werden dielben links und rechts von der Trennungsstelle gut festgehalten, während auf iese sich rasch bewegende Zähne stossen und die Trennung bewirken.

b. Das Spalten.

Der betreffende Arbeitsvorgang ist bei dem Spalten des Holzes gut u verfolgen. In Fig. 276 bezeichnet K einen Keil, welcher in der asernrichtung des Werkstückes W in dieses dringt. Der Keil übt an en oberen Kanten a des Spaltes einen Druck P aus, dem zwischen $x\,y$ urch die Kräfte p entgegengetreten wird. Es ist:

$$P \,.\, L = \Sigma\,(p \,.\, l).$$

Es ist nun leicht zu übersehen, dass im Punkt x die grösste Kraft p uftritt. Sobald diese grösser als die Querfestigkeit wird, erfolgt eine rennung, und zwar ist diese Trennung unter sonst gleichen Umständen

---

[1]) Grothe, a. a. O. Bd. 2, S. 454 m. Abb.
D. p. J. 1880, **236**, 109 m. Abb.; 1884, **251**, 534 m. Abb.; 1886, **260**, m. Abb. Z. d. V. d. I. 1886, S. 309 m. Abb.

um so leichter herbeizuführen, je grösser L und je kleiner l wird. Ersterer Umstand veranlasst dazu, den Kantenwinkel des Keiles so gross zu wählen (meistens etwa 30°), dass die Keilflächen jederzeit die oberen Ränder des Spaltes berühren. Jedoch muss dabei vorausgesetzt werden, dass die Bruchfestigkeit jedes durch Spalten erzeugten Teiles dem Biegemoment $P . L$ gewachsen ist. l wird um so grösser, je elastischer der Stoff ist. Man könnte $\Sigma (p\,l)$ und damit den grössten Wert von p wie auch die Länge l berechnen, wenn die Querelasticität des betreffenden Stoffes bis zur sogenannten Elasticitätsgrenze bekannt wäre; in Ermangelung der betr. Kenntnis muss für die praktische Verfolgung des Umstandes die Anschauung genügen.[1])

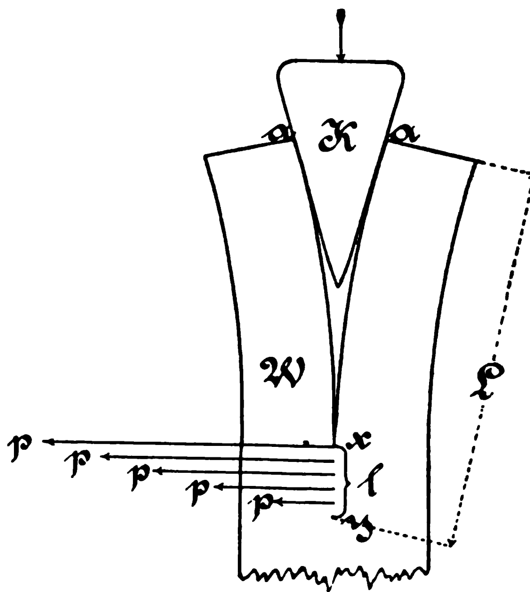


Fig. 276.

Ausser zum Zerkleinern des Brennholzes[2]) wird der besprochene Vorgang zum Spalten der Korbmacher-Ruten, des Rohres, der Strohhalme u. s. w. benutzt. Bei diesen würde, der grossen Länge wegen das L (Fig. 276) bald so gross werden, dass an der Spaltstelle einzelne Teile abknickten, wenn man den Keil stets auf die Kanten a des Spaltes wirken liesse. Die Dicke bezw. Länge

---

[1]) Vergl. übrigens Exner, Theorie d. Spaltens, Schweiz. polyt. Zeitschr. 1870, S. 79 m. Abb.

[2]) Die mechanische Holzzerkleinerung für Heizzwecke von S. Stern, Wien 1878.

D. p. J. 1827, **25**, 226 m. Abb.; 1884, **253**, 531.

Pract. Masch. Constr. 1878, S. 462 m. Abb.

Uhland's Wochenschrift für Industrie und Technik, 1887, S. 77 mit Schaubild.

Spaltäxte: Mitt. d. Gewerbev. f. Hannover, 1886, S. 71 u. 189 m. Abb.

es Keils wird deshalb so bemessen, dass von einem bestimmten Zeitpunkte ab ie Berührungspunkte zwischen Keil und Werkstück dem Spaltpunkte folgen. Dünnere Ruten erfordern hiernach kleinere Keile als dickere. Behufs Zerlegung iner Rute oder dergl. in mehr als zwei Teile verwendet man Keile, deren Kanten sternförmig sind; es werden (für Stroh) bis 12 Teilungen mittels des ternförmigen Keiles zu gleicher Zeit herbeigeführt.

Der Spalt folgt der Faserrichtung, da die Querfestigkeit der betreffenden flanzenstoffe viel geringer ist, als die Festigkeit in der Richtung der Fasern ergl. S. 114). Sonach macht sich jede Krümmung der Faser bemerklich. Wenn daher gespaltenes Holz gerade ist, so liegt darin eine Bürgschaft für sein eradfaseriges Gefüge.

Das Spalten wird auch bei Gesteinen und dergleichen angewendet. teinbrucharbeiter zerlegen einen grösseren Stein in regelmässig gestaltete eile, indem sie (unter Berücksichtigung des Gefüges) längs der in Ausicht genommenen Bruchfläche Löcher einhauen und vorsichtig Keile einreiben, oder in die Löcher getrocknete Holzpflöcke schlagen, welche darauf gleichmässig genetzt werden, so dass sie durch ihr Quellen den um Absprengen erforderlichen Druck herbeiführen[1]) und das Zerteilen durch Sprengmittel[2]) erfolgt ebenfalls durch Spalten.

Insbesondere gehören hierher auch die meisten Steinbearbeitungsverfahren. Fig. 277 soll die Endansicht einer Zuckerzange sein, deren Maulstücke *A* gegen ein Zuckerstück *Z* gedrückt werden. Die abgestumpften Kanten der Maulflächen zerdrücken den Zucker, soweit sie auf denselben treffen und zwar so lange, bis die entstehende Berührungsfläche gross genug geworden ist, um durch die Seitenkräfte das Zuckerstück zu spalten. Der keilförmige Querschnitt der Zuschärfung bringt die spaltend wirkenden Seitenkräfte wohl in erster Linie hervor; ihnen zur Seite stehen aber die durch Zerdrücken entstandenen Trümmer oder nach Umständen unter den Maulflächen sich bildende Rutschungspyramiden (s. w. u.), welchen kein Ausweg zum Entweichen frei steht und welche deshalb heftig gegen die sie einschliessenden Flächen drücken.

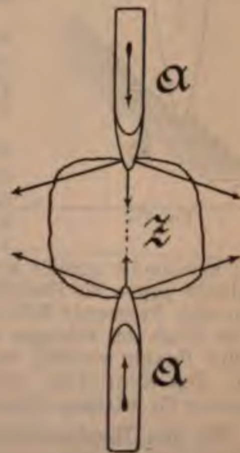


Fig. 277.

Der kleine pflaumenförmige Steinschlaghammer unterscheidet sich in seiner Wirkungsweise nur dadurch von derjenigen der Zuckerzange, dass die spaltend wirkenden Seitenkräfte ringsum auftreten und deshalb geeignet sind, das Werkstück in mehr als zwei Teile zu zerlegen. Der Hammer ist leicht, wird aber an langem Helm geschwungen, weshalb er mit grosser Geschwindigkeit auftrifft und die entstehenden Spannungen vorwiegend in kleinem Raum auftreten.

Die Wirkungsweise des Schlageisens *a*, Fig. 278, d. i. eines

---

[1]) Abtreibkeil, D. p. J. 1882, **246**, 18 m. Abb.
[2]) Julius Mahler, die Sprengtechnik, Wien 1878.

meisselförmigen Werkzeuges, auf den Stein *b* unterscheidet sich ir von den obigen Arbeitsvorgängen, als seiner Lage nach das Ausw Absprengen des Gesteins nur nach einer Seite als der erheblich schwä hin stattfinden kann. Der durch einen Schlägel hervorgebrachte des Werkzeuges findet in der Pfeilrichtung statt und bewirkt da sprengen eines Steinstückes nach der punktiert gezeichneten Linie; wiederholtes Absprengen entsteht der rechts von *a* gezeichnete Fl querschnitt.

Das Schlageisen ist verhältnismässig schmal und dient zur Hers streifenförmiger Flächen; das Scharrireisen, welches zum Ebnen gr Flächen benutzt wird, unterscheidet sich vom S eisen nur durch seine grössere Breite. Zwei s Scharrireisen zusammengefügt und an der igungsstelle mit einem Helm versehen bilde Schellhammer, Fig. 279, oder nach Umstänc Picke, Fig. 280. Beide werden frei geschw während aber bei ersterem die wirksamen mit dem Helm gleichlaufend sind, liegen letzterer quer gegen denselben. Die Picke hauptsächlich zur Ausbildung der Mühlsteinf bei ihrer Benutzung fliegen die abgesprengten stücke häufig gegen die Hände des Arbeiters, w man wohl Schutzleder für die Hände anbring das bei der gewöhnlichen Picke oft erforderlich schmieden und das diesem jedesmal folgende zu sparen, werden die Arbeitskanten an dünnen stahlstücken ausgebildet, und diese in die entspr gestaltete Picke gespannt[1]). Der Stahl ist na gehärtet; man schärft ihn durch Schleifen.

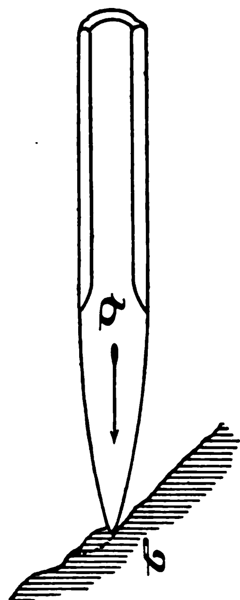


Fig. 278.

Grössere Steinstücken trennt man ab mitt Schlagspitze, Fig. 281, einer mit Handgri sehenen Stahlspitze, welche durch einen Schläg getrieben wird, oder mittels freihändig geschwu Zweispitze, Fig. 282.

Um die durch die beiden zuletzt erw Werkzeuge vorgebildeten Flächen zu verfeinern doch die Kraft des Arbeiters auszunützen, läs das Kroneisen oder nach Umständen den K hammer folgen. Ersteres besteht aus zahl vierkantigen, zweispitzigen Stählen, welche in g Linie aneinander gereiht sind und gemeinsam durch die sie zuzammenh Handhabe gegen die Steinfläche geführt werden; die Bahnen des letztere durch sich kreuzende Rillen mit zahlreichen vierseitigen Pyramiden ve Da die Kraft des Schlages sich bei dem Gebrauch dieser Werkzeuge au einzelne Punkte verteilt, so wird jeder einzelne der Punkte nur mässig flusst. Das Kroneisen benutzt man vorwiegend für weicheres, den K hammer für härteres Gestein.

Zu den Handwerkzeugen der Steinarbeiter gehört endlich no Bohrer, d. i. ein meisselförmiges Werkzeug, welches zur Herst der Löcher dient. Ein Werkzeug *w*, Fig. 283, gegen die Oberfläc Steines *S* geführt, sprengt ein Steinstück, etwa nach der punkt Linie, ab; setzt man dasselbe ein zweites Mal in gehöriger Entfe

[1]) D. p. J. 1878, 228, 406 m. Abb.

n der ersten Stelle auf, so löst man einen zweiten Span u. s. w. ist möglich, die Sohle eines Schlitzes zu vertiefen. Der Schlitz braucht, das Werkzeug senkrecht zur Sohle steht, nicht geradlinig zu verlfen, kann vielmehr krumm, also auch kreisförmig sein. Durch entrechendes Vertiefen eines solchen kreis- oder ringförmigen Schlitzes winnt man ein rundes Loch, indem der in der Mitte übrig bleibende ern entweder gelegentlich abbricht, oder nachträglich beseitigt wird. eht man aber das meisselförmige Werkzeug, den Bohrer, nach jedem hlage nur um seine Längenachse, so entsteht kein Kern; das Loch

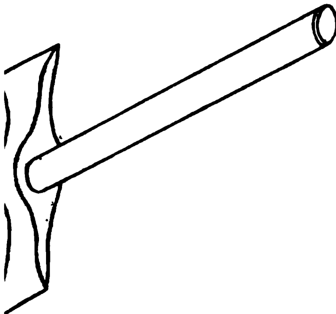


Fig. 279.

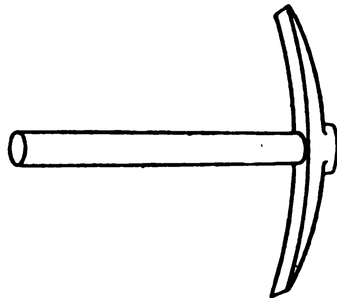


Fig. 280.



Fig. 281.

ird von vornherein frei und seine Weite ist gleich der Werkzeugkantenänge.

Zuweilen werden die Steinbohrer der Mitte der wirkenden Kante mit iner Hervorragung versehen, welche die reisführung erleichtern soll.

Die Steinbearbeitung ist mit reichcher Entwicklung, den Lungen höchst fährlichen Staubes verbunden; erfahngsmässig erreichen die Steinarbeiter nur geringes Durchschnittsalter. Man t bestrebt diese Staubbildung durch nfeuchten der Steine zu mildern. Bei m Bohren der Steine wird reichlich Wasser zugeführt, um gleichzeitig die teintrümmer (als Bohrschmand) bequemer aus dem Loche zu schaffen.

Man hat versucht Maschinen zur Steinbearbeitung zu benutzen, welche as Werkzeug nach der vorgeschriebenen Linie einfach über das Werkstück hinwegschieben [1]). Ein Blick

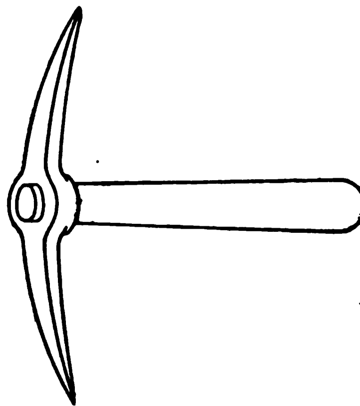


Fig. 282.

[1]) 1838 Berni und Merian: Mitt. d. Gewerbevereins f. Hannover, 1839, 463.
Coulter & Harpin, Iron, Nov. 1888, S. 438 m. Abb.
Richard, D. R. P. No. 9281.
Lippold u. Knöschke, D. R. P. No. 12882.

auf die Fig. 278 genügt zur Erkenntnis, dass nur sehr weiches Gestein auf diesem Wege bearbeitbar ist, härteres aber das Werkzeug sehr rasch abnutzt. Man hat es eben nicht mit dem Spanabheben des Holzes, der Metalle zu thun, sondern muss einzelne Stücke absprengen, deren Bruchflächen sich nicht an die Bahn des Werkzeuges bequem genug anschmiegen.

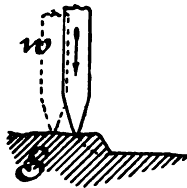


Fig. 283.

Dallas[1]) verwendete eine durch Daubenwelle gehobene Picke; Holmes verfolgte denselben Gedanken[2]) und Robinson & Co. wählten nur eine andere Bewegungsart des Meissels und änderten Einzelnheiten gegenüber der vorhin Genannten[3]).

Die letzgenannten Verfahren sind möglich und werden hin und wieder angewendet; sie bedingen aber, um leistungsfähig zu sein, rasche, stossende Bewegungen, welche auf die Dauer die Maschine schädigen müssen[4]). Mehr Vertrauen erweckt die schon 1853 von Wilson & Talbot gezeigte[5]) Sprengscheibe; sie findet sich in verbesserter Anordnung in der Maschine von Brunton & Trier[6]) u. a.[7]). Fig. 284 versinnlicht die Sprengscheibe in ihrer Anwendung zum Abdrehen eines Schleifsteines. Derselbe dreht sich um seine Achse *xx*. Das Werkzeug *w* kann sich mit seinem in dem Werkzeughalter *b* gut gelagerten Zapfen frei drehen und wird in der Pfeilrichtung, gleichlaufend mit der Drehachse des Werkstückes *a* gegen letzteres gedrückt. Die mit dem Stein *a* in Berührung tretende Kante der Sprengscheibe bringt nun an der betreffenden Stelle des Steines eine solche Spannung hervor, dass in gleicher Weise, wie Fig. 278 darstellt, Stücke abspalten; sie bleibt nur kurze Zeit mit dem Stein in Berührung (wegen der schrägen Lage der Drehachse des Werkzeuges *w*) und leidet deshalb verhältnismässig wenig durch Abschleifen. Da nun ihre Länge gross ist, so ist die entstehende Abnutzung wenig fühlbar. Die Schaltbewegung, bezw.

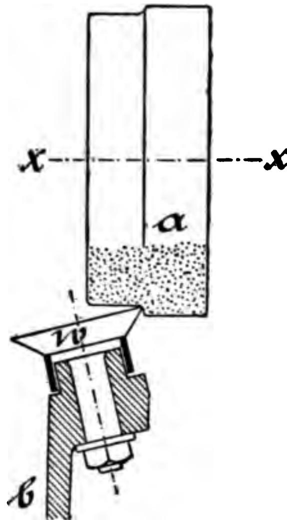


Fig. 284.

---

1) D. p. J. 1825, **17**, 461.
2) Engineering, Dez. 1868, S. 489.
Stummer's Ingenieur, Febr. 1874, S. 118 m. Abb.; Okt. 1874, S. 178, m. Abb.
3) Engineering, Okt. 1879, S. 300 m. Abb.
4) Davon konnte man sich auf der 1873er Wiener Weltausstellung, woselbst die Holmes'sche Maschine arbeitete, überzeugen.
5) Revue industrielle, Mai 1877, S. 209 m. Abb.
6) D. p. J. 1877, **225**, 133 m. Abb.; 1878, **230**, 5 m. Abb.
The Engineer, Mai 1883, S. 407 m. Abb.
7) D. R. P. No. 18690.

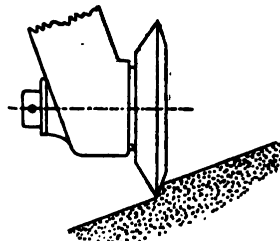
anbreite soll 1 bis 2 *mm*, die Arbeitsgeschwindigkeit bis 10 *m* in der kunde betragen. Es lassen sich natürlich ebensowohl ebene als ge-ılbte Flächen bearbeiten, hohle aber nur unter besonderen Umständen.

Die Sprengscheibe kann auch im Sinne der Fig. 283 wirken, wie g. 285 darstellt.

Sie wird zuweilen mit gezacktem Rande versehen.

Man verwendet volle Stahlscheiben oder (in neuerer Zeit) Stahlgelmäntel.

Die Sprengscheiben erhalten bei den Maschinen von Brunton & ·ier ihre Drehung durch einen besonderen ıtrieb, welcher so bemessen wird, dass ihr ıfang sich auf der Arbeitsstelle abwälzt.


Fig. 285.

Festhaltend an der Thatsache, dass die arbeitung der Steine und diesen ähnlichen offe durch Spalten bezw. Sprengen stattdet, kann man auch zu einer leistungsıigen Steinbearbeitungsmaschine gelangen, ınn man eine kleine Fläche von solcher ırte, dass ihre Abnutzung sehr gering ausllt, mit entsprechender Geschwindigkeit gegen s Werkstück führt.

Hierher gehören die Diamant-Werkıuge.

Man verwendet hierzu den sogenannten morphen Diamant, welcher gleiche Härte wie r kristallisierte besitzt, aber billiger als dieser t, zuweilen auch Borkristalle.

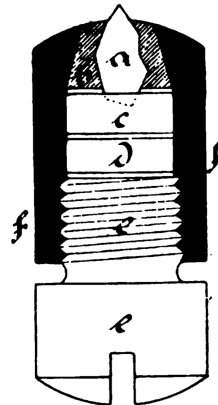


Fig. 286.

Die Diamanten werden zwischen zwei Scheiben eklemmt[1]), so dass eine Spitze oder Kante, welche irken soll, hervorragt, oder man nietet oder tet sie in weichen Stahl, klemmt sie zwischen tallbacken[2]) oder in anderer Weise ein. Fig. 286 ellt eine gute Einklemmungsart dar. *a* ist der iamant, *b* sind Messing- oder Kupferbacken, deren ıch innen liegende Flächen der Gestalt des Diaanten sich anschliessen, während sie auswendig ıch einer Kegelfläche gestaltet sind, *f* ist eine ahlhülse, deren kegelförmig ausgedrehte Mündung e Backen *b* umgreift, *c* eine Kupferscheibe und eine Eisenscheibe, gegen deren gewölbte Fläche e Schraube *e* drückt.

Die Geschwindigkeit der Diamanten wird beim Bearbeiten des Quarzes s zu 12 *m* sekundlich getrieben.

Auch manche Schleifverfahren (s. w. u.) sind hierher zu rechnen,

---

[1]) Golay's Mühlsteinschärfm., Mitt. d. Gewerbevereins f. Hannover. 1869, 8 m. gut. Abb.

[2]) Roger's Maschine zum Zurichten der Mühlsteine. D. p. J. 1877, Bd. 226, 567 m. Abb.

Steinsägen: Polyt. Centralbl. 1873, S. 554 m. Abb. D. p. J. 1878, **228**, 3 m. Abb.

z. B. das Schleifen der Edelsteine, das Bohren derselben, indem man Diamantpulver durch rauhe, weiche Metallflächen (in Verbindung mit Wasser, Öl oder dergl.) festhalten, bezw. fortschieben lässt, das Schneiden der Steine mittels schmiedeiserner Bänder und Sand, die Bearbeitung der Steine mittels Tilghman's Sandstrahl u. a., worüber w. u. unter Schleifen ausführlichere Erörterungen folgen werden.

B. Abbrechen.

Ein auf zwei Stützen *a*, Fig. 287, gelegter stabförmiger Körper *b* zerbricht, wenn eine dritte Stütze *c* mit entsprechender Geschwindigkeit und Kraft in entgegengesetzter Richtung auf ihn wirkt, im wesentlichen mitten unter *c*. Die Trennungsfläche wird jedoch, je nach Umständen mehr oder weniger unrein.

Man macht von dem Abbrechen Gebrauch bei dem Zerkleinern der Roheisenstäbe und hat für diesen Zweck besondere Maschinen hergestellt[1]). Auch das Walzeisen wird auf dem angegebenen Wege in Stücke bestimmter Länge zerlegt. Um die Bruchstelle genauer festzulegen, pflegt man das Walzeisen ein wenig einzukerben und auf sie, unter Vermittlung einer Beilage einen Hammer fallen zu lassen, indem langsam wirkender Druck nur eine Krümmung hervorbringt oder doch erst dann zum Bruch führt, wenn eine mehr oder weniger grosse Krümmung eingetreten ist. Sprödere Körper können dagegen mittels langsamer wirkenden Druckes (z. B. Krummzapfen mit Kniehebel, dem Maulbrecher — vergl. w. u. —) zerbrochen werden.

Das Hanf- und Flachsbrechen, sowie das Weichmachen der Jute verdient eingehendere Erörterung.

Die betreffenden Stengel bestehen aus einer inneren Holzröhre, dem diese umgebenden, zu gewinnenden Bast und der obenauf liegenden Rinde. Der Pflanzenleim, welcher diese drei Schichten miteinander verbindet, wird durch einen chemischen Vorgang (das Rösten oder Rotten) entsprechend gelockert; es handelt sich sodann um die mechanische Ausscheidung des Bastes von seinen Anhängseln. Der Bast wird mit der Rinde von dem Jutestengel immer, vom Hanfstengel häufig mit der Hand abgezogen (Spliesshanf), so dass nur die Scheidung des Bastes und der Rinde übrig bleibt: Flachs und häufig der Hanf werden mittels des Brechens von vornherein behandelt. Indem man den Stengel wiederholt scharf biegt, brechen die spröderen Holz- und Rindenteile, der Bastschlauch berstet und gestattet das Herausfallen der Holzbruchstücke (Schäbe), welche, wie auch losgebrochenen Rindenteile teils ohne weiteres niederfallen oder durch dem Brechen folgende Arbeiten zum Ausfallen veranlasst werden.

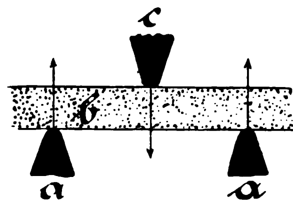


Fig. 287.

Es handelt sich also um vielfaches Brechen, welches mittels der Handbreche oder der Brechmaschine ausgeführt wird. Fig. 288 ist der Querschnitt einer Handbreche. *a* bezeichnet drei feste Messer, *b* ein doppeltes, senkrecht bewegliches Messer, *w* ein Bündel Stengel. Bewegt man nun das Messerpaar *b* nach unten, so brechen die Stengel, wie Fig. 289 erkennen lässt unter den Kanten von *b* an zwei Stellen, ausserdem über dem mittleren Messer und, da die Stengel mit der Hand festgehalten werden, über einem der Seitenmesser *a*. Während *b* zwischen die Messer *a* eingesenkt wird, findet aber eine Verschiebung der Stengel in ihrer Längenrichtung statt, weil der

[1]) Blake: D. p. J. 1883, 248, 506 m. Abb.; Z. d. V. d. I. 1886, S. 351 m. Abb.
Schumacher & Co., D. p. J. 1884, 254, 16 m. Abb.

ast in die geknickte Lage gezwängt wird, d. h. die Berührungsstellen der tengel mit den Messerkanten ändern sich fortwährend, die einzelne Messerkante richt den Flachs an zahlreichen, einander folgenden Stellen. Man erreicht omit durch einen Niedergang des Doppelmessers *b* eine weitgehende Zerkleinerung er spröden Teile; trotzdem muss die Bearbeitung in ähnlicher Weise mehrfach iederholt werden.

Die Brechmaschinen lehnen sich der Handbreche teilweise unmittelbar n[1]), teilweise sind die Messer korbartig zusammengestellt, wie Fig. 290 zeigt, eils verwendet man in der Längenrichtung geriefte Walzen, welche ähnlich wie ahnräder ineinander greifen[2]). Da die Stengel, bezw. Fasern bei der kräftigen urchbiegung sich gegenüber den Brechkanten verschieben, so ist zuweilen ohnend die Walzen für kurze Zeit aufeinander zurückrollen zu lassen (Brechmaschinen mit Pilgerschrittbewegung)[3]).

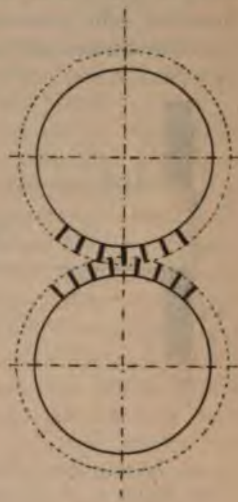
Die Erzielung genauerer Bruchflächen erfordert, wie w. o. schon



Fig. 288.



Fig. 289.


Fig. 290.

angedeutet wurde, vorheriges Einkerben, welches in folgender Weise wirksam ist. Es sei der Balken *b*, Fig. 291, bei *a* fest eingeklemmt, auf ihn wirke senkrecht nach unten eine Kraft P und an seiner oberen Seite befinde sich eine Einkerbung zwischen *i*. P biegt den Balken, und zwar wenn bei *i* keine Kerbe vorhanden ist, unter gleichmässiger Dehnung jeder einzelnen der Schichten. Der Dehnung der oberen Schicht steht aber im vorliegendem Falle zwischen *i* kein Widerstand entgegen,

---

[1]) Kaselowsky, Polyt. Centralbl. 1867, S. 900 m. Abb. Z. d. V. d. I. 1874, S. 208 m. Abb.

Andere: D. p. J. 1824, **15**, 307 m. Abb.; 1826, **22**, 52 m. Abb.; 1828, **28**, 33 m. Abb.; 1847, **106**, 257 m. Abb.

[2]) D. p. J. 1820, **2**, 290 m. Abb.; 1821, **5**, 168 m. Abb.; 1851, **121**, 270 m. Abb.; 1852, **123**, 156 m. Abb.; 1854, **132**, 179 m. Abb.; 1861, **160**, 5 m. Abb.

[3]) Grothe, Die Spinnerei u. s. w. auf der 1867er Weltausstellung, S. 27. Z. d. V. d. I. 1874, S. 207 m. Abb.

weshalb letztere mit ihren Enden an die Begrenzung der Kerbe angreift und diese erweitert. Dieser Erweiterung setzt sich die Festigkeit der die Kerbe links und rechts begrenzenden Teile (welche dabei eine entsprechende elastische Umgestaltung erfahren) entgegen, indem diese Teile sich auf die den Boden der Kerbe bildende Schicht stützen. Letztere Schicht hat deshalb nicht allein den Widerstand zu leisten, welcher aus ihrer Entfernung von der sogenannten neutralen Schicht entspringt, sondern auch noch die Spannung der oberen Schicht, die allerdings durch die elastischen Verschiebungen gemildert wird, aufzunehmen, d. h. sie wird viel mehr angestrengt als irgend eine andere, weshalb sie verhältnismässig leicht zerrissen werden kann. Der entstandene Riss bringt aber die nächst tiefer belegene Schicht in noch gefährlichere Lage u. s. f. Der Vorgang ist dem Spalten sehr nahe verwandt.

Bei Stoffen mit ausgeprägtem Längengefüge tritt die erörterte Erscheinung in geringem Grade auf, indem bei ihnen die obere, bezw. zweite u. s. w. Schicht an der ihr folgenden wegen der geringen Festigkeit zwischen den einzelnen Fasern sich verschiebt und somit nur ein geringer Teil der Spannung der mehr nach aussen belegenen Schicht auf die obere der Kerbe, bezw. des Spaltes übertragen wird.

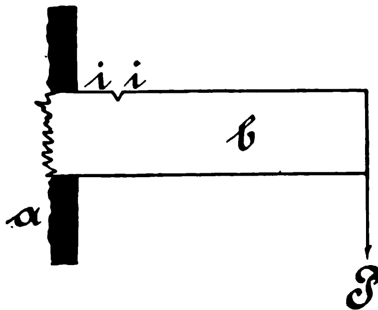


Fig. 291.

Das kann man am besten an den Pflanzenstoffen beobachten, z. B. beim Holz. Aber auch das Schweisseisen zeigt, wenn man die biegende Kraft langsam steigert, eine mehr oder weniger grosse Lösung der einzelnen Schichten. Flusseisen wie Flussstahl, Gusseisen, Glas, Steine u. s. w. dagegen sind dem in Rede stehenden Brechungsvorgange in hohem Grade unterworfen. Man pflegt deshalb z. B. die Querschnitte auf Biegung in Anspruch genommener Gegenstände, wenn sie der biegenden Kraft dauernd widerstehen sollen, nur allmählich zu ändern, oder doch die notwendigen plötzlichen Querschnittsänderungen durch Hohlkehlen zu mildern.

Andererseits wird das Einkerben oder Einritzen nützlich angewendet, wenn ein Bruch an bestimmter Stelle herbeigeführt werden soll.

Um eine Glasplatte zu zerschneiden, oder Teile von ihr abzutrennen, ritzt man längs des gewünschten Bruchs die obere Fläche mittels Diamants oder harter Stahlrädchen[1]) und bringt die zum Bruch erforderlichen Biegemomente durch leichte Schläge oder durch den Druck der Hand, nach Umständen unter Benutzung geeigneter Werkzeuge an dem abzutrennenden Teil hervor. Ich stellte mich beim Zerlegen einer 4 *cm* dicken Glasplatte so auf, dass das in der Spaltfläche gebrochene Licht mir ins Auge fiel. So konnte ich prächtig beobachten, wie jeder der angewendeten leichten Schläge den Riss weiter bildete.

Sandsteinplatten werden an der Oberfläche mittels der Ecke eines Schlageisens geritzt und das Abzunehmende mit dem Holzhammer abgeschlagen.

C. Zerdrücken.

a. Reines Zerdrücken.

Ein zwischen zwei feste Flächen gebrachter Körper, Fig. 292, wird

[1]) D. p. J. 1874, **211**, 344 m. Abb.

nn diese Flächen mit genügender Kraft einander sich nähern, zunächst nerhalb der sogenannten Elasticitätsgrenze zusammengedrückt; ein iteres Nähern derselben verändert die Gestalt des Körpers dauernd, tweder, indem dieser, vermöge seiner Bildsamit den Zusammenhang seiner Teile während, zu ner Platte umgeformt wird, oder, wenn sein iessungsvermögen gegenüber der Geschwindigkeit s Vorganges zu gering ist, in mehrere Teile rstet. Körper gleicher Beschaffenheit können bei ngsamer Näherung der drückenden Flächen platt drückt werden, während sie bei grosser Geschwingkeit des Vorganges bersten. Auch ist der Fall beachten, dass nur eine Erschütterung des Geges, eine mehr oder weniger weitgehende Lockerung des Zusammennges, eintritt, dass aber vermöge seiner Bildsamkeit der Körper nach r in Rede stehenden Behandlung noch ein Ganzes bildet.


Fig. 292.

Der Druck, welchen die wirkenden Flächen auf den zu behandelnen Körper ausüben, verteilt sich nicht völlig gleichmässig über denselben; nerseits steht die innere Reibung der kleinsten Teilchen einer solchen leichmässigen Übertragung der Kräfte entgegen, andererseits hemmt die Reibung des gedrückten Körpers an den Druckflächen die Verschiebung ler getroffenen Teilchen längs derselben. Nach Kick's[1]) Versuchen, leren Ergebnisse ich bestätigt gefunden habe, bilden sich in dem gedrückten Körper Rutschungskegel aus, welche auf die Druckflächen sich stützen und ihre Spitzen gegeneinander richten, so den Körper gewissermassen auseinander keilend. Man kann daher auf eine völlig gleichförmige Zerkleinerung mittels der in Rede stehenden Druckflächen nicht rechnen; es entstehen Stücke und Grus. Wohl aber sind die zu den Druckflächen gleichlaufenden, gewissermassen durch die Rutschungskegel erzeugten, die Zertrümmerung bewirkenden Spannungen im wesentlichen als überall gleich anzunehmen. Das ist von grosser Bedeutung für die Zerkleinerung ungleichartiger Körper: diese zerbersten an ihren schwachen Stellen, werden also in erster Linie nach Lage der Kristallflächen, des Gefüges oder sonstiger die Ungleichartigkeit hervorbringender Umstände zerlegt. In dieser Erscheinung liegt meistens der höchste Wert des Zerkleinerns durch reines Zerdrücken; sie ist vielfach allein massgebend für die Wahl der Stampf- oder Pochwerke und Walzen mit gleicher Umfangsgeschwindigkeit zu Zerkleinerungszwecken.

Es gehören hierher die Schlägel, d. i. hölzerne oder eiserne Platten, welche an langen Stielen geschwungen zur Zerkleinerung des auf einer Tenne ausgebreiteten gebrannten Gipses dienen.

Ihnen reihen sich an die Stampf- oder Pochwerke. Sie bestehen aus Stampfen oder Stempeln, welche gehoben werden und dann gegen die auf der Pochsohle liegenden zu zerkleinernden Körper niederfallen. Die Stampfen werden entweder in senkrechter, geradliniger Bahn, oder

[1]) D. p. J. 1877, **224**, 465 m. Abb.

mittels je eines Lenkers in kreisförmiger Bahn geführt; in letzterem Falle nennt man sie wohl Hämmer.

Diese Pochwerke, welche das Zerdrücken des Mahlgutes, d. h. des zu zerkleinernden in voller Reinheit bewirken, scheinen die ältesten Zerkleinerungsmittel zu sein[1]). Ihre vortreffliche Wirkungsweise ist leider nicht in dem zu wünschenden Umfange zu benutzen, weil die Bewegung der schweren Stampfen mechanische Schwierigkeiten verursacht, dieselben auch gegenüber ihrer Leistungsfähigkeit einen grossen Raum einnehmen, endlich der Wechsel des Mahlgutes umständlich ist.

Man sucht ihre Leistungsfähigkeit zu erhöhen, indem man Luft- oder andere Buffer einschaltet, welche einerseits das Anheben der Stampfen erleichtern, andererseits bewirken, dass letztere nicht allein vermöge ihres Gewichtes nach unten fallen, sondern auch durch die Schnellkraft der Buffer rascher nach unten getrieben werden[2]).

Einige Worte seien noch gestattet hinsichtlich der Benutzung der Stampfwerke für die Aufbereitung des Papierstoffes. Wir schätzen das sogen. chinesische Papier wegen seiner ungewöhnlichen Festigkeit; sie entspringt zum grössten Teile der schonenden Zerkleinerung der Faserstoffe durch Schlagen mit Knitteln[3]). Auch das alte Handpapier wird in ähnlichem Sinne gerühmt und in Gegensatz zum Maschinenpapier gebracht. Thatsächlich ist das Verdienst um die grössere Festigkeit nicht dem Schöpfen mittels der Hand, sondern dem früher gebräuchlichen Zerkleinerungsverfahren zuzuschreiben. Die durch reinen Druck stattfindende Zerkleinerung der Flachsfaser führt zum Zerspalten derselben in deren Längsrichtung, erzeugt also einen langfaserigen Stoff, während die jetzt gebräuchlichen Holländer, allerdings zu gunsten einer grösseren Leistung, der wünschenswerten Trennungsart weit weniger Rechnung tragen. Es kann daher nicht wundern, dass behufs Erzeugung langfaserigen Stoffes die Stampfwerke wieder in Vorschlag gebracht werden. Das ist u. a. geschehen seitens Henseling's[4]).

Dem Papierstoff wird die erforderliche Beweglichkeit durch Beimischung grösserer Wassermengen gegeben. Die Fasern verschiedener Feinheit werden durch deren gegenseitige Verschiebung durcheinander gemischt, was zur Ausgleichung der Arbeit dient. Henseling will nun den braunen Holzstoff in regelmässigerer Weise unter die Stampfen führen, indem derselbe zwei Stampftröge an ihren Enden miteinander verbindet, so einen Ringkanal bildend, und die Stampfen (8 in jedem Troge) in regelmässiger Folge niederfallen lässt, vermöge dessen die flüssige Masse gezwungen wird, in diesem Kanal umzulaufen. So zweckmässig diese Anordnung auch ist, so verbessert sie den früheren Zustand doch nur wenig; der hauptsächlichste Mangel der zur Stoffaufbereitung dienenden Stampfen besteht darin, dass man behufs regelmässiger Bewegung des Stoffes eine beträgliche Wassermenge (etwa das 10fache des Stoffes) hinzufügen muss Die Stampfen müssen nun, bevor sie zerkleinernd wirken können, den grössten Teil des Wassers zur Seite schieben, wobei sie auch einen Teil der Fasern verdrängen. Nur derjenige Teil der den Stampfen innewohnenden Arbeit, der nach diesem Verdrängungsvorgange noch übrig bleibt, wird für die Zerkleinerung nutzbar gemacht. Meiner Ansicht nach würden die Stampfen, ohne ihre guten Eigenschaften für die Papierstoffaufbereitung einzubüssen, weit leistungsfähiger werden, wenn man den Stoff nur so weit benetzte, wie zur Erweichung der Fasern erforderlich ist, das Fortbewegen desselben aber durch ein anderes Mittel, vielleicht durch die walzenförmige Pochsohle (s. w. u.) be-

---

[1]) Rühlmann, Allgemeine Maschinenlehre, 2. Aufl. Bd. 2 S. 6.

[2]) Gaetzschmann, Aufbereitung. — Althans, Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenwesen i/Pr. 1878.

[3]) Z. d. V. d. I. 1872, S. 235 m. Abb., nach Reports on the manufactur of paper in Japan, London 1871.

[4]) D. R. P. No. 25509; D. p. J. 1884, 253, S. 22 m. Abb.

rkte. Vielleicht sind die Walzen die geeignetsten Zerkleinerungsmaschinen : Papierstoff.

Bei dem Zerstampfen oder Zerpochen anderer Stoffe spielt die Fortbewegung s genügend zerkleinerten ebenfalls eine grosse Rolle. Findet dasselbe nicht erforderlichen Grade statt, so wird es mehr als erwünscht zerkleinert, ndestens aber Arbeit vergeudet. Das Austragen des Mahlgutes der Erze, lche durch Wasser genetzt werden dürfen, bewirkt man seit dem Anfange s 16. Jahrhunderts[1]) unter den Pochstempeln mittels eines Wasserstromes, lcher das genügend Zerkleinerte hinwegspült, während das übrige liegen ibt.

Es ist auch vorgeschlagen worden,[2]) die Pochsohle walzenförmig zu machen d dieselbe nach jedem Stempelschlage ein wenig weiter zu drehen.

Walzenpaare oder Kegelpaare, deren Umfangsgeschwindigkeiten ich gross und gleich gerichtet sind, verrichten das Zerdrücken in ähnh vollkommener Weise wie die Pochwerke.

Zur Zerkleinerung der Gesteine sollen die Walzen zuerst 1808 von dem eren Taylor in Cornwall eingeführt sein[3]). Es erhielten die nebeneinander genden Walzen anfangs Höcker und Rippen; gegen 1830 wurden sie jedoch att gemacht und ihnen ein grosser Durchmesser gegeben. Zum Getreidehlen kamen gerauhte Walzen zuerst gegen 1820 in Rorschach und Wien zur nwendung[4]).

Das erste Auftauchen der hier zunächst in Frage kommenden glatten 'alzen für den vorliegenden Zweck ist weniger bekannt; doch berichtet Burg[5]), as vor 1836 in der Mühle zu Corbeil Vorquetschwalzen verwendet worden ien. Seitdem haben die glatten Walzen mit gleicher Umfangsgeschwindigkeit ir die mannigfachsten Zwecke die ausgedehnteste Anwendung gefunden, da e einerseits die reine Druckwirkung sichern, andererseits einen stetigen Betrieb estatten.

Die Nichtbeachtung des Umstandes, dass der Walzendurchmesser zu der Korngrösse des zwischen die Walzen zu ziehenden Mahlgutes in einer bestimmten eziehung stehen muss, hat die Verwendung jener nicht glatten Walzen veranlasst.

Die Reibung, welche zwischen den Walzenflächen und dem zu zerkleinernden Korn auftritt, muss so gross sein, dass sie denjenigen Kräften gewachsen st, welche das Korn zurückzustossen bestrebt sind. S. 319 wurde auf Grund essen berechnet, dass, wenn D den Walzendurchmesser, δ den kleinsten Abstand er Walzen, $\triangle$ die Dicke des einzuziehenden Kornes und f die Reibungswertiffer bezeichnen

$$\triangle - \delta < \left(1 - \frac{1}{\sqrt{1+f^2}}\right) D, \text{ oder } D > \frac{(\triangle - \delta)\sqrt{1+f^2}}{\sqrt{1+f^2}-1}$$

ein müsse.

---

[1]) Gaetzschmann, Aufbereitung, S. 132.
[2]) Gaetzschmann, Aufbereitung, Nachtrag S. 646 m. Abb.
[3]) Althans, Z. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenwesen i. Pr. 1878.
[4]) Geschichte der Walzmühlen:
Burg, in Prechtl, technolog. Encyklopädie 1840, Bd. 10, S. 172 bis 79 m. Abb.
Gewerbebl. f. Hannover 1842, S. 12; 1843 S. 9.
D. p. J. 1842, 84, 69 m. Abb.; 1848, 88, 251 m. Abb.
Rühlmann, Allgemeine Maschinenlehre, Bd. 2, S. 76 bis 79 m. Abb.
[5]) Prechtl, techn. Encyklopädie 1840, Bd. 10, S. 76.

Für glatte Walzen fand **Kick** die folgenden Werte[1]):

	$f=$	
	Auszugdunst	Auszuggries
Hartgusswalze, vom Gebrauche matt	0,325	0,306
Porzellan, naturmatt	0,404	0,364
Granit, matt geschliffen	0,424	0,384
Syenit, matt geschliffen	0,445	0,404

Wählt man aus diesen Versuchszahlen der Sicherheit halber $f = 0{,}3$, so wird obiger Ausdruck zu

$$D > \frac{\triangle - \delta}{0{,}044},$$

oder kürzer

$$D > 24\,(\triangle - \delta).$$

Für geringe Korngrössen ($\triangle$) ist, namentlich bei grösserem Walzenabstande (δ), nicht schwer, den Walzen die erforderliche Grösse zu geben, nicht aber für ganze Getreidekörner und andere grössere Körper, zumal die Reibungswertziffer f für viele derselben erheblich niedriger sein dürfte, als für Dunste und Griese.

Die gegebene Rechnung ist nur richtig unter der Voraussetzung, dass beide Walzen mit gleichen Umfangsgeschwindigkeiten angetrieben werden. Soll statt dessen die eine der Walzen von der angetriebenen mitgeschleift werden, so wirken zurückstossend $2\,N \sin \frac{\alpha}{2}$, einziehend aber nur $1\,N \,.\, f \,.\, \cos \frac{\alpha}{2}$, so dass aus

$$2\,N \sin \frac{\alpha}{2} < N \,.\, f \,.\, \cos \frac{\alpha}{2}$$

entsteht:

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} < \frac{f}{2} \text{ und } D > \frac{(2\,\triangle - \delta)\sqrt{4 + f^2}}{\sqrt{4 + f^2} - 2},$$

woraus zur Genüge hervorgeht, dass es nur für kleinere Körper zulässig ist, die zweite der Walzen lediglich seitens der ersteren mitnehmen zu lassen.

Teilweise hat die Sorge um das sichere Einziehen des Mahlgutes, teils haben andere Beweggründe Veranlassung gegeben, die Walzen, statt sie nach Fig. 293 oder 294[2]) von aussen sich berühren zu lassen, dieselben ineinander

---

[1]) Die Mühle 1878, S. 191.

[2]) **Morel**: D. R. P. No. 31805; Z. d. V. d. I. 1885, S. 647 m. Abb.; D. p. J. 1885, **257**, 399 m. Abb.

stecken, Fig. 295[1]). Es ist auch vorgeschlagen worden, nur ein Stück der ıntelwalze gegen die Vollwalze wirken zu lassen[2]).

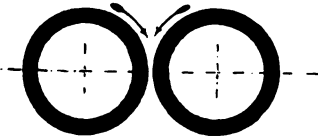


Fig. 293.

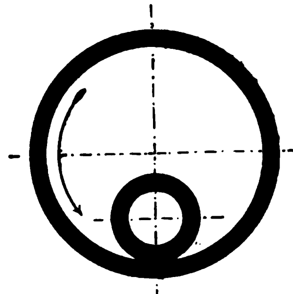


Fig. 295.

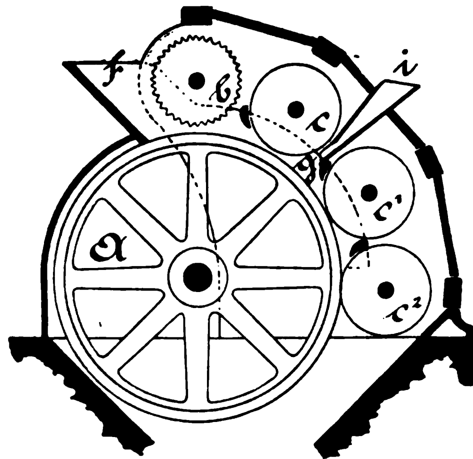


Fig. 294.

[1]) Ramdohr, lange liegende sich drehende Trommel, in welcher die Walze liegt; D. p. J. 1875, 216, 248 m. Abb.
Wöhlert's Maschinenbauanst. desgl. D. R. P. No. 13861, D. p. J. 1881, 242, 190 m. Abb.
Lucop, kurze liegende feste Trommel, in welcher mehrere Walzen herumgewälzt werden: D. p. J. 1878, 230, 125 m. Abb.
Napp: D. R. P. No. 22834; Wochenschr. d. V. d. I. 1883, S. 266 m. Abb.
Loizeau: D. R. P. No. 23069; Wochenschr. d. V. d. I. 1883, S. 346 m. Abb.
Neuerburg, kurze liegende, aber kreisende Trommel, in welcher eine Walze liegt: D. R. P. No. 19456; D. p. J. 1883, 247, 67 m. Abb.
Howland, kurze stehende Trommel, in welcher mehrere Walzen herumgeführt werden: D. p. J. 1881, 241, 100 m. Abb.
[2]) Baxter, D. p. J. 1884, 254, 58 m. Abb.
Prakt. Masch. Constr. 1884, S. 481 m. Abb.

Auch hat man in Aussicht genommen[1]), nur ein Stück Walze und eine ebene Fläche — Walze mit unendlich grossem Halbmesser — gegeneinander zu legen, Fig. 296.

Zahlreicher sind noch die Kegelmühlen, welche ähnlichen Ursachen ihre Entstehung verdanken. Da wälzen sich Kegel mit wagerechten Achsen[2]) auf dem Mantel eines stumpfen festen Kegels (Fig. 297), oder es dreht sich ein stumpfer

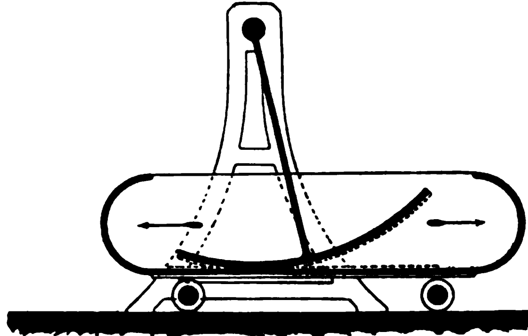


Fig. 296.

senkrechter Kegel unter den an ihrem Orte festgehaltenen Kegeln[3]), wie Fig. 298 darstellt; auch werden zwei zusammenhängende stumpfe Kegel, welche auf wagerechter Achse befestigt sind, zwischen zwei ebenfalls um liegende Achsen krei-

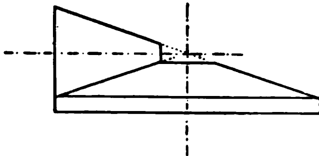


Fig. 297.

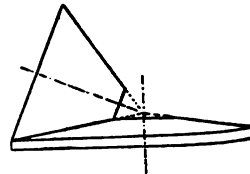


Fig. 298.

sende abgestumpfte Kegel gelegt[4]), oder ein sehr stumpfer Vollkegel wälzt sich in einem noch stumpferen Hohlkegel, Fig. 299[5]), oder endlich, es wälzen sich zwei um ihre in wagerechter Ebene sich kreuzenden Achsen kreisende Kegelstümpfe aneinander, Fig. 300[6]). Alle diese verschiedenen Zusammenstellungen bringen den gleichen Zerkleinerungsvorgang hervor; sie unterscheiden sich nur in baulicher Hinsicht und hinsichtlich der Bedienung und Fortbewegung des Mahlgutes. Letztere kann wohl nicht besser sein als bei den in Fig. 293 dar-

---

1) Bischoff's Quetscher für Papierstoff, D. R. P. No. 9781; D. p. J. 1881, **240**, 31 m. Abb.

2) Kakaomühle: D. p. J. 1820, **8**, 175 m. Abb.
Chokolademühle, Prechtl, techn. Enc., Bd. 3, 1831, S. 478 m. Abb.
Mather's Kittmühle, D. p. J. 1880, **237**, 360 m. Abb.

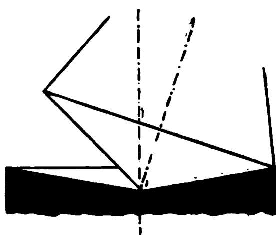
3) Schranz: D. R. P. No. 12660; Z. d. V. d. I. 1881, S. 271 m. Abb.; D. p. J. 1880, **238**, 388 m. Abb.

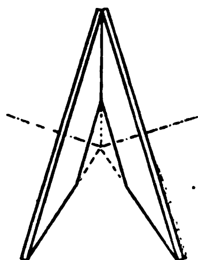
4) Act.-Ges. Germania: D. R. P. No. 567. Die Mühle 1878, S. 183 m. Abb.
Ulbrich: D. R. P. No. 29710; Z. d. V. d. I. 1885, S. 274 m. Abb.

5) Gätzschmann, Aufbereitung, S. 600 m. Abb.

6) Patterson: D. p. J. 1865, **175**, 5 m. Abb.
Camroux: D. p. J. 1870, **198**, 196 m. Abb.

ellten Walzen; die Innenwalzen sind im vorliegenden Sinne recht mangel-
. Ramdohr will Knochenkohle in kleinen Mengen zerkleinern, weshalb
eine geschlossene Trommel verwendet, um der Verstäubung entgegen zu
en. Lucop lässt die Innenwalzen so rasch kreisen, dass sie sich mit grosser
ft gegen den Mantel legen, das Austragen besorgen zwei Schraubenbläser.
pp's und Loizeau's Maschinen unterscheiden sich kaum von der Lucop'-
n. Neuerburg lässt auch durch einen Luftstrom austragen, Patterson
kt die scheibenförmigen Kegel durch Rollen gegeneinander (was bei Walzen
gens auch geschehen kann und geschieht), die durch Fig. 297 und 298 gekenn-
hneten Kegelmühlenarten endlich empfehlen sich wohl hauptsächlich dadurch,


Fig. 299.


Fig. 300.

s das auf die Spitze des Hauptkegels niederfallende Mahlgut allmählich sich
ch unten bewegt und während dieser Zeit wiederholte Bearbeitung erfährt.
i manchen der Anordnungen ist es jedoch sehr schwer, einen stichhaltigen
und für dieselben zu finden.

Das ist z. B. auch der Fall bei den 32seitigen Prismen, welche Morawetz
tt der Walzen vorschlägt[1]); in der Quelle wird behauptet, diese Prismen
ien so wirksam, wie 5mal so dicke Walzen, und das Quetschen gleichmässiger!

Die vorliegenden Zerkleinerungsmaschinen unterscheiden sich insofern, als
tweder die Achsen der Walzen oder Kegel eine feste gegenseitige Lage haben,
er eine der Achsen jedes Paares bei dem Auftreten grösseren Druckes aus-
ichen kann. Der nachgiebige Andruck kann ferner durch Federn oder Ge-
chte stattfinden, auch kann der Mindestabstand der Druckflächen durch
sondere Vorrichtungen gesichert sein oder die Näherung der Druckflächen bis
ihrer Berührung frei stehen.

Die ältesten Walzenstuhlungen waren nicht mit nachgiebigen Lagerungen
sehen; man findet dasselbe noch heute, sowohl an Walzenstuhlungen für
treidemüllerei[2]), wie an solchen für andere Zwecke. Meistens wird jedoch,
Rücksicht auf die Festigkeit der Walzen und ihrer Zapfen, das Ausweichen
er der Walzen vorgesehen. Das erreicht man, indem man das Zusammen-
ücken überhaupt nur durch das Gewicht der einen Walze oder durch die
hleuderkraft der in einer hohlen Trommel herumgeführten Walze oder durch
t Gewichten belastete Hebel hervorbringt. Letzteres Verfahren ist indes fast
erall wegen der bei dem Spiel dieser Hebel entstehenden heftigen Erschütte-
ngen aufgegeben. Man benutzt häufig durch Federn belastete Hebel oder, wenn
sseres Ausweichen erforderlich ist, besser noch unmittelbar auf die Lager
kende Federn.

Es ist alsdann immer zweckmässig, die nachgiebige Walze so zu lagern,

[1]) D. p. J. 1880, 237, 109 m. Abb.

[2]) Escher, Wyss & Co.: D. p. J. 1874, 211, 99 m. Abb.
A. Braun: D. R. P. No. 8143; D. p. J. 1880, 237, 111.
Nemelka: D. R. P. No. 4280 und 5555; D. p. J. 1880, 237, 112 m. Abb.

dass beide Zapfen gleichweit ausweichen müssen[1]). Anderenfalls ist, um einen Bruch der Zapfen zu verhüten, dafür zu sorgen, dass die Lagerschalen drehbar sind. Auch legt man wohl Brechstücke hinter die Lager[2]).

Etwaige in das Mahlgut geratene fremde Körper, welche ihrer Grösse und Härte wegen ein erheblicheres Zurückweichen der einen Walze veranlassen, will C. O. Heyl[3]) dadurch entfernen, dass durch dieses Ausweichen eine unter den Walzen befindliche schräge Platte umgelegt wird, welche alles Mahlgut, das während des Zurückweichens der Walze zwischen ihr und ihrer Nachbarin herabfällt, in eine besondere Rinne leitet.

Die Innehaltung eines bestimmten Mindestabstandes der Mahlflächen ist von Wert, wenn die Zerkleinerung nicht über ein gewisses Mass hinweg gehen soll; es wird deshalb auf die Sicherung dieses Mindestabstandes bei Walzen für die Getreidemüllerei grosser Wert gelegt. Sofern keine der Walzen nachgiebig gelagert ist, sind für den vorliegenden Zweck besondere Vorkehrungen unnötig; im anderen Falle bedient man sich stellbarer Anschläge oder dergl. Martin[4]) empfiehlt die Anbringung verstellbarer Keile zwischen den Lagern; andere erreichen Gleiches durch Schraubeneinstellung. Bei Walzen- oder Kegelmühlen, welchen lediglich die Aufgabe gestellt ist, möglichst fein zu mahlen, müssen sich natürlich die Mahlflächen unmittelbar berühren können. Die Innehaltung eines Mindestabstandes ist auch zwecklos oder gar schädlich, wenn, wegen der Eigenart des Mahlgutes, eine verhältnismässig rasche Abnutzung stattfindet.

Zwei Walzenpaare in einem Gestelle lassen sich verhältnismässig billiger herstellen als einzelne Walzenpaare; die Speisevorrichtung, oft auch der Antrieb und anderes, sind für beide Walzenpaare gemeinschaftlich. Aus ähnlichen Gründen legt man drei Walzen übereinander, so dass eine Walze gleichzeitig mit zwei anderen Walzen zusammen arbeitet[5]). Zum Mahlen der Chokolade und der Farben benutzt man nicht selten drei nebeneinander liegende Walzen. Über das Ziel hinweg dürfte jedoch Fritsch[6]) geschossen haben, welcher nicht weniger als 9 Walzen übereinander legt.

Was die Umfangsgeschwindigkeit der Walzen- und Kegelmühlen anbelangt, so schwankt dieselbe innerhalb sehr weiter Grenzen; sie hängt von der geforderten Leistung, von der Gleichmässigkeit des Mahlgutes und der Bauart der Walzenstuhlungen ab. Am geringsten sind die Schwankungen bei den Walzen für Getreidemühlen; hier findet man meistens 1,3 *m* bis 5 *m* Umfangsgeschwindigkeit.

Auf weitere Einzelheiten hier einzugehen, ist nicht möglich; ich verweise auf die unten vermerkten Quellen, die sich eingehend mit dem vorliegenden Gegenstande beschäftigen[7]).

---

[1]) Neuerburg's Quetschmühle: Prakt. Masch. Constr. 1879, S. 398 m. Abb., 1880, S. 231 m. Abb.

[2]) Althans: Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. i. Pr. 1878, S. 135 m. Abb.

[3]) Verhandl. d. Gewerbfleissvereines 1877, S. 458 m. Abb.

[4]) D. R. P. No. 9832, 10344 u. 12086; D. p. J. 1881, **242**, 192 m. Abb.

[5]) Daverio: Die Mühle 1878, S. 85 m. Abb., und Publ. industr. 1880, Bd. 26, S. 350 m. Abb.

Mechwart: D. R. P. No. 3668; D. p. J. 1879, **231**, 99; Publ. industr. 1881, Bd. 27, S. 488 m. Abb.

Carter: The Engineer, Jan. 1885, S. 40 m. Abb.

[6]) D. R. P. No. 1695; D. p. J. 1879, **231**, 307 m. Abb.

[7]) Althans: Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenwesen i. Pr. 1878 m. Abb. (Für Erze u. dergl.)

Sellnick: Die Müllerei mit Walzen. Leipzig 1878, Moritz Schäfers Verlag. (Getreidemühlen.)

Kick: D. p. J. 1883, **250**, 237 u. 477 m. Abb.; 1881, **242**, 181 m. Abb.; 1880, **237**, 105 m. Abb.; 1879, **231**, 97 u. ff. m. Abb. (vorwiegend Getreidemühlen).

Wird ein Körper gegen einen anderen geschleudert, welcher so fest , dass er als starr angesehen werden kann, so liefert die lebendige aft des geschleuderten Körpers die Arbeit für seine Umgestaltung. n aufstossenden Teilen wird der Weg gesperrt, die hinter ihnen liegen- ı aber bewegen sich noch so weit vorwärts, dass die Summe der Pro- kte der auf die einzelnen Massenteile wirkenden widerstehenden Kräfte t den nach dem Aufstossen noch zurückgelegten Wegen der lebendigen aft des geschleuderten Körpers gleich wird. Ist der Körper sehr dsam, so erfolgt eine Abplattung, bei geringerer Bildsamkeit aber ein lweises oder weitgehendes Bersten desselben. Da die ganze Umge- ıltung sehr rasch vollzogen, dem Fliessen der Teilchen also wenig Zeit lassen wird, so tritt das Bersten verhältnismässig leicht an die Stelle : bildsamen Verschiebung der Teilchen. Jedenfalls aber wirkt die nze Wucht des geschleuderten Körpers nur auf die Teile desselben, lche auf die Fläche des widerstehenden Körpers stossen. In der Mitte s ersteren kann nur die Hälfte der gesamten lebendigen Kraft thätig ırden, und am hinteren Ende desselben findet sich überhaupt eine Kraft cht vor, d. h. der Arbeitsvorgang, bei welchem die Zerkleinerung durch ərschellen an einer festen Fläche herbeigeführt wird, greift die ver- hiedenen Teile des betr. Körpers in sehr verschiedener Weise an [1]).

Die Maschinen, welche den mit Zerschellen bezeichneten Arbeits- organg benutzen, nennt man Schleudermühlen.

Der Arbeitsvorgang dürfte schon sehr lange erkannt sein; ist er doch mit er Benutzung der Thongefässe, wenn auch in unangenehmer Weise, verknüpft.

Der erste Vorschlag zur Verwertung desselben für grösseren Betrieb, relchen ich gefunden habe, rührt von Shrapnell[2]) her. Derselbe wollte zu erkleinerndes Erz in eine Kanone laden und dann gegen eine feste Wand chiessen.

Bedeutung hat das Zerschellen für das Zerkleinern erst durch die Carr'sche chleudermühle[3]) erhalten, bei welcher das Mahlgut durch rasch kreisende Stifte gegen andere Stifte, welche entgegengesetzt kreisen, geschleudert werden.

Man benutzt diese noch heute vielfach in ihrer ursprünglichen Gestalt, soweit Stifte das Schleudern besorgen und an Stiften das Zerschellen der ge- schleuderten Körper stattfindet. In Einzelanordnungen, die teils die Herstellung, teils die Unterhaltung erleichtern sollen, auch dahin gerichtet sind, die ent- stehenden Luftströmungen möglichst unschädlich zu machen, teils andere Be- weggründe haben, sind manche Wandlungen zu verzeichnen[4]), auf welche hier Raummangels halber nicht allgemein eingegangen werden kann.

Walzenmühlen auf der internationalen Müllereiausstellung in London 1881: Prakt. Masch. Constr. 1881, S. 257 m. Abb.

Kick: Die neuesten Fortschritte in der Mehlfabrikation, Leipzig 1883.

Z. d. V. d. I. 1886, S. 222 m. Abb.

[1]) Vergl. D. p. J. 1879, **231**, 102 m. Abb.

[2]) D. p. J. 1883, **128**, 410.

Mining Journ. Bd. XXIII, S. 61, 81 u. 89.

[3]) Z. d. V. d. I. 1865, Bd. 9, S. 103; D. p. J. 1867, **185**, 137 m. Abb.

[4]) Hanrez, Revue universelle des mines 1870, Bd. 27, S. 623 m. Abb. Hiernach: Verhandlungen des Gewerbefleissvereines 1871, S. 169 m. Abb.; D. p. J. 1871, **201**, 387 m. Abb., desgl. S. 392 u. Z. d. V. d. I. 1872, S. 205 m. Abb.

Bulletin de la soc. de l'industr. minerale 1870, S. 569 m. Abb.

Habetz, préparation mécanique, S. 572 m. Abb.

Die anzuwendende Geschwindigkeit der Schleuderstifte ist eine sehr grosse. Althans[1]) giebt an, dass zum Kohlenzerkleinern etwa 44 *m* gegensätzliche Geschwindigkeit der beiden Schleuderkörbe oder 350 minutliche Umdr. jedes derselben angewendet wurden; an anderer Stelle[2]) findet man die gegensätzliche Geschwindigkeit der äusseren Stifte (für Getreidemühlen) zu 46 *m* sekundlich angegeben. Toufflin's Mühle[3]) aber arbeitet mit 70 *m* bei den inneren und mit 150 *m* bei den äusseren Stiften. Diese Geschwindigkeiten werden erzeugt durch die entgegengesetzte Bewegung der beiden Körbe, deren Wellen entweder voreinander liegen, oder ineinander stecken. Es entstehen durch eine derartige Bauart manche Unzuträglichkeiten, weshalb nicht selten eine der korbartigen Stiftenanordnungen mit dem Maschinenbett fest verbunden wird, während die andere eine um so grössere Geschwindigkeit (bis 6500 minutl. Umdr. bei 48 *cm* Durchm.) erhält.

Die Stiftenmaschinen erfordern eine ungemein sorgfältige Ausführung und zarte Behandlung. Das mag Rittinger veranlasst haben, die Mittel zum Schleudern des Mahlgutes anders zu gestalten[4]). Eine auf einer senkrechten Welle befestigte ebene Scheibe von etwa 68 *cm* Dmr., welche mit 6 strahlig gerichteten niedrigen Schienen bewaffnet und von einem gezahnten eisernen festen Ringe umgeben ist, dreht sich minutlich etwa 1000 mal um. Die auf sie geworfenen Steine oder Erze werden demnach mit mehr als 35 *m* sekundl. Geschwindigkeit gegen die Zähne des festen Ringes geworfen und zerschellen an diesen. Die Zerkleinerung, welche diese Maschine hervorbringt, ist zweifellos ungleichförmig, da die Ausgleichung durch wiederholtes Bearbeiten, welche bei den Stiftenmaschinen in umfangreichem Masse angewendet wird, hier nicht vorliegt.

Vapart hat, vermutlich eingedenk dieser Thatsache, die Rittinger'sche Schleudermaschine dreimal übereinander gelegt, ohne sonst nennenswerte Änderungen vorzunehmen[5]). Thomas[6]) lässt durch Leisten einer liegenden rasch

---

Rittinger, Aufbereit. 2. Nachtr. 1873, S. 10 m. Abb.
D. p. J. 1874, **211**, 102 m. Abb.
Annales des mines 1874, Bd. 6, S. 365 m. Abb.
Schäffer, Prakt. Masch. Constr. 1875, S. 242 m. Abb.
Public. industr. 1877, Bd. 23, S. 386 m. Abb.
Toufflin, D. R. P. No. 3067; D. p. J. 1879, **231**, 102 m. Abb. Public. industr. 1879, Bd. 25, S. 359 m. Abb.
Nagel & Kämp, D. R. P. No. 2325; D. p. J. 1879, **231**, 308 m. Abb. und Public. industr. 1880, Bd. 26, S. 97 m. Abb.; Z. d. V. d. I. 1886, S. 190 m. Abb.
Weichhardt, D. R. P. No. 3488; D. p. J. 1879, **232**, 243 m. Abb.
Bordier, D. R. P. No. 4002.
Bennet, D. R. P. No. 8530.
Kraus, D. R. P. No. 11834; D. p. J. 1881, **242**, 263 m. Abb. u. D. R. P. No. 15728; D. p. J. 1883, **250**, 478 m. Abb.
Kapler, D. R. P. No. 13260; D. p. J. 1881, **242**, 263 m. Abb.
Nagel & Kämp, D. R. P. No. 26904; Z. d. V. d. I. 1884, S. 470.
Bergmann & Schlee, D. R. P. No. 28949; Z. d. V. d. I. 1884, S. 950 m. Abb.

[1]) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenwesen in Preussen 1878, S. 138.
[2]) D. p. J. 1874, **211**, 103.
[3]) D. p. J. 1879, **231**, 102.
[4]) Z. d. V. d. I. 1867, S. 372 m. Abb.
[5]) Engineering, Juni 1877, S. 448 m. Schaubild. Revue industr., Juli 1877, S. 270. Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenwesen i. Pr. 1878, S. 138. Public. industr. 1881, Bd. 27, S. 54 m. Abb. Z. d. V. d. I. 1886, S. 190 m. Abb.
[6]) Gaetzschmann, Aufbereitung S. 671 m. Abb. nach Polyt. Central 1865, S. 1348 m. Abb.

isenden Trommel das Mahlgut in dem Mantel herumschleudern; es muss ra 3/4 des Mantelumfanges bestreichen, bevor es zur Auswurföffnung gelangt. ırtin[1]) benutzt zum Zerlegen (Detachieren) des vorher gequetschten Getreides :h eine mit Leisten bewaffnete rasch kreisende ummantelte Trommel, er sieht aber nicht die Innenfläche des Mantels mit vorspringenden Leisten. hiffner[2]) lässt das in der Achsenrichtung eingeworfene Mahlgut durch igel nach oben gegen eine ebene Wand des Mantels schleudern; was fein ıug geworden ist, kann durch einen Rost entweichen, das übrige fällt zu ıer Behandlung nach unten. Meihe[3]) legt in den unteren Teil des Mantels en Rost zum Hindurchfallen des genügend Zerkleinerten. Jordan[4]) dagegen st durch die Schlagflügel einen kräftigen Luftstrom erzeugen, welcher das ıügend Zerkleinerte austrägt, während das Gröbere neuer Bearbeitung unterzt. Eigenartig ist die Schleudermühle von A. Putz[5]), welche zum Zerlegen ıuetschten Getreides dienen soll, und noch seltsamer eine Maschine Loizeau's[6]); letzterer sind mit der wagerechten Welle 9 *kg* schere Hämmer in der Weise :bunden, wie das bei den Klappermühlen, die wir als Knaben bauten, der ll war. Diese Hämmer begegnen schon dem einfallenden Mahlgut (Gips, ndstein u. dergl.) und finden noch Gelegenheit, mit diesem zusammen zu sen. Der Boden des Gehäuses enthält einen Rost, um das genügend Zerinerte entweichen zu lassen.

In Bezug auf andere Anordnungen verweise ich auf die Quellen[7]).

Es ist auch vorgeschlagen worden, das zu Zerkleinernde mittels hochgeannter Luft[8]) oder mittels Dampf[9]) gegen feste Flächen schleudern; soweit betreffenden Einrichtungen bekannt geworden sind, erwecken sie wenig ırtrauen.

Die Maulbrecher zertrümmern zwar das Mahlgut nicht völlig ırch reines Zerdrücken, indem die Maulflächen derselben in der Regel uneben und zwar mit Leisten und Furchen versehen sind, dass sie ıs Mahlgut nur an einzelnen Stellen angreifen, ja dass mitunter der rbeitsvorgang in ein Abbrechen der Werkstücke übergeht. Immerhin t aber der wesentlichste Teil der Wirkung im Zerdrücken der Stoffe ı suchen.

Sie sind von Eli Witney Blake zu New-Haven, Conn. im Jahre 1858 funden[10]). In der ältesten Form findet man den Maulbrecher in der untenehenden Quelle[11]) abgebildet und beschrieben; die Bewegung wird vom Krummıpfen auf den Kniehebel durch eine Lenkstange, einen doppelarmigen Hebel

---

1) D. R. P. No. 8025.
2) D. R. P. No. 8841; D. p. J. 1879, **234**, 284 m. Abb.
3) D. R. P. No. 12388; D. p. J. 1881, **240**, 430 m. Abb.
4) D. p. J. 1882, **244**, 277 m. Abb.
5) D. p. J. 1882, **250**, 477 m. Abb.
6) Publ. industr. 1881, Bd. 27, S. 50 m. g. Abb.
7) Z. d. V. d. I. 1885, S. 890.
D. R. P. No. 26515; Z. d. V. d. I. 1884, S. 419 m. Abb.
D. R. P. No. 28859 u. 29719; Z. d. V. d. I. 1885, S. 160 m. Abb.
Berg- u. Hüttenmännische Z. 1867, S. 249 m. Abb.
The Engineer, Juli 1885, S. 64 m. Abb.
Z. d. V. d. I. 1886, S. 191 m. Abb.
8) Chichester, D. R. P. No. 12916; D. p. J. 1881, **242**, 265 m. Abb.
9) The Engineer, Dez. 1882, S. 455 m. Abb.
10) Althans, Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenwesen in Pr. 1878, 130 m. Abb.
11) D. p. J. 1861, **161**, 175 m. Abb., nach Berg- u. Hüttenmännische Zeitung 61, No. 29.

und eine zwischen diesen und den Kniehebel gelegte Schubstange übert
Später greift die Lenkstange des Krummzapfens unmittelbar an den Knieh

Es mögen die Verhältnisse des Brechmauls näher erörtert w
Fig. 301 ist ein senkrechter Schnitt desselben; *A* bezeichnet den 1
B den beweglichen Backen, welcher durch irgend eine genügend
Kraft in der Richtung des Doppelpfeiles pendelt. Der Winkel *a*
eine solche Grösse haben, dass das Mahlgut nicht zurückgeworfen
Derselbe misst häufig etwa 27°, so dass die Reibungswertziffer *f*
0,24 betragen muss. So ist denn nicht zu verwundern, dass zu
ein Zurückwerfen der Stücke eintritt, welches den bedienenden Arb
gefährlich werden kann. Man findet deshalb häufiger kleinere Win
bis herab zu 20°.

Wenn die das Längsprofil des beweglichen Maulteiles *B* bil
gerade Linie *a b* in ihrer Verlängerung durch die Drehachse des
geht, so findet bei dem Schliessen des Maules ein geringes Hebe
angegriffenen Körper statt; jedoch bleibt die Bewegungsrichtung
Punktes der Maulfläche *B* winkelrecht zu derselben. Wird dagege
Profillinie nach *a b*, Fig. 302, verlegt, so vermehrt sich dieses I
in merklicher Weise; es erfolgt ein entsprechendes Rollen oder G
des angegriffenen Körpers, welches die von dem beweglichen Maul

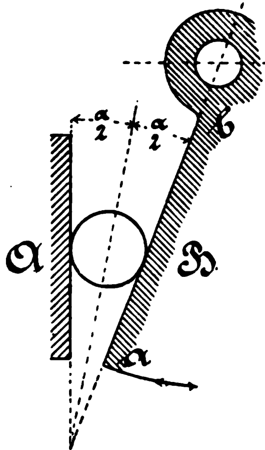


Fig. 301.

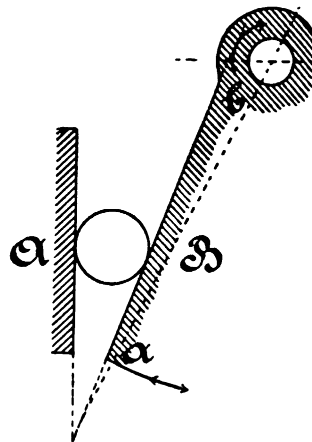


Fig. 302.

gehende Bewegung nicht völlig auf das Mahlgut übergehen lässt, ı
Druck statt; da gleichzeitig die Abnutzung vergrössert wird, so ist
Form unzweckmässig.

Die nach Fig. 303 getroffene Anordnung hat auch eine Verschie
der beweglichen Fläche in ihrer Richtung zur Folge; diese Verschie

---

[9]) Georg-Marienhütte, Z. d. V. d. I. 1865, S. 559 m. Abb.
L. Schwartzkopff, Verhandlungen des Gewerbfleissvereines
S. 107 mit sehr guten Abb.

t aber nach unten gerichtet, rollt also das Mahlgut in den engeren 'eil des Maules und unterstützt demnach die beabsichtigte Wirkung.)ie vorliegende Gestalt des beweglichen Backens *B* erschwert aber das inwerfen des Mahlgutes in das Maul, was aus Fig. 303 ohne weiteres u sehen ist. Man kann, was die dargestellte Bauart anstrebt, in beebigem Grade erreichen, ohne den Einwurf zu erschweren, wenn man ach Fig. 304 die Drehachse nach unten legt. Hiernach sind die Maulrecher von Dykhoff[1]), Mehler[2]) und Malter[3]) angeordnet.

Das Wesen des Maulbrechers liegt im übrigen hauptsächlich in der Anordnung der Hebel, welche auf den beweglichen Backen wirken. Man ehe hierüber in der Quelle nach[4]).

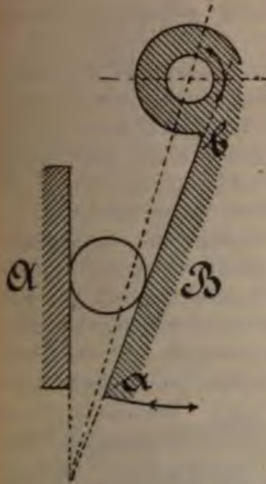


Fig. 303.

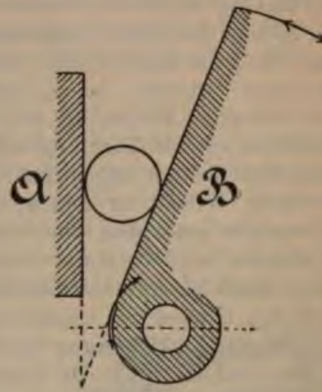


Fig. 304.

b. Zerreiben.

Verschiebt man die Flächen, welche auf einen Körper drücken, während sie sich nähern, in ihrer Richtung gegeneinander (Fig. 305), und ist die Reibung derselben an dem zu behandelnden Körper gross genug, so rollt letzterer zwischen den Druckflächen oder wird parallel zur Verschiebungsrichtung zerrissen; die Rutschungskegel, welche immer auf die wirkenden Druckflächen sich aufsetzen, ändern während des Rollens stetig ihre Lage gegenüber dem Werkstück; das, was in einem Augenblick in demGebiete der Rutschungs-

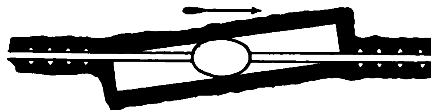

Fig. 305.

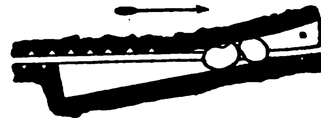
[1]) Gaetzschmann, Aufbereitung, S. 312 m. Abb.
[2]) Z. d. V. d. I. 1886, S. 230 m. Abb.
[3]) Z. d. V. d. I. 1886, S. 231 m. Abb.
[4]) Z. d. V. d. I. 1886, S. 229 m. Abb.

kegel sich befand und dort einer Druckspannung ausgesetzt war, gelangt im folgenden Zeitabschnitt in das Gebiet der Zugspannungen. Dieser Wechsel der Kraftrichtungen erfolgt allerdings nur winkelrecht zu der Achse, um welche das Werkstück rollt. Somit wird jede in der Rollrichtung vorkommende Schwäche des Werkstückes, möge sie von dem bis dahin erlittenen Druck oder dem Gefüge des Körpers herrühren, auf ihre Widerstandsfähigkeit geprüft bezw. zu weiterer Zertrümmerung benutzt. Es liegt auf der Hand, dass vermöge dieses Arbeitsvorganges, welcher Zerreiben genannt wird, auch solche Stoffe, die durch Zerdrücken in Kuchen mit lockerem Zusammenhange verwandelt werden würden, eine vollständigere Zertrümmerung erfahren. Gleichzeitig leidet derselbe an dem Übelstande, dass das Werkstück in der Richtung der Achse, um welche er rollt, anders, und zwar in geringerem Masse, angegriffen wird, als winkelrecht zu derselben.

Das neben dieser Art des Zerreibens oft unbeabsichtigt eintretende Zerreissen der Körner, dessen soeben gedacht wurde, wird auch unter dem Namen Zerreiben verstanden, obgleich der betreffende Arbeitsvorgang ein ganz anderer ist. Er lässt sich indes nicht gut vollständig von jenem trennen, indem beide häufig gemeinsam auftreten. Denkt man sich einen Körper an zwei entgegengesetzt liegenden Stellen seiner Oberfläche in der Richtung dieser Stellen voneinander entgegengesetzt gerichteten Kräften angegriffen, während er nicht im stande ist, diesem Kräftepaar rollend zu folgen, so wird die Schubfestigkeit des Körpers in Anspruch genommen und nach Umständen überwunden; der eine Teil des Körpers folgt der einen, der andere der anderen Kraft. Die Trennung erfolgt längs einer schwachen Schicht des Körpers, sofern dieselbe zu den wirkenden Kräften im wesentlichen parallel liegt. Von dieser Thatsache wird bei der Zerkleinerung des Papierstoffes Gebrauch gemacht, und auch bei der Zerkleinerung des Getreides (s. w. u.). Im allgemeinen nimmt dieser Zerkleinerungsvorgang auf das Gefüge des Kornes weniger Rücksicht, als das Zerdrücken unter gleichzeitigem Rollen des Kornes; es sei denn, dass gelingt den zu zerkleinernden Körper den Werkzeugen richtig gegenüber zu legen.

Beide besprochenen Vorgänge des Zerreibens finden sich vor bei den Walzen mit verschieden grosser Umfangsgeschwindigkeit, bei den sogen. Mahlgängen und anderen Zerkleinerungsmaschinen. Ein Nachweis desselben bei ersteren ist nicht erforderlich. Der Arbeitsvorgang bei den


Fig. 306.


Fig. 307.

gewöhnlichen Mahlgängen lässt sich mit Hilfe der Fig. 306 u. 307, welche zu den Hauschlägen winkelrechte Querschnitte der Mühlsteine sind, leicht verfolgen. In Fig. 306 ist der Abstand der einander gegenüber

egenden Hauschlagsohlen ein grosser; infolge gegenseitiger Verschiebung er Mahlflächen wird der zu zerkleinernde Körper auf den Hauschlagsohlen rtgerollt und gleichzeitig die Entfernung der letzteren verringert, so dass lso der vorhin mit dem Namen Zerreiben bezeichnete Vorgang genau orliegt [1]). Die gebildeten Trümmer geraten teilweise sofort, teilweise urch Verdrängen seitens anderer zur Zerkleinerung bestimmter Körper, wischen die Flächen der sogenannten Balken, d. h. derjenigen Teile er Mahlflächen, welche zwischen den Hauschlägen oder Furchen sich benden. Diese Flächen sind von Natur rauh oder künstlich gerauht. ergegenwärtigt man sich den Querschnitt dieser rauhen Flächen in rösserem Massstab und verfolgt ihr Verhalten gegenüber den zwischen ie geratenen Trümmern, so findet man, dass vielfach derselbe Vorgang tatthat, wie zwischen den Furchensohlen, soweit nämlich die Querschnittseile der rauhen Balken den Querschnitten der Hauschläge ähnlich sind nd ähnlich liegen; vielfach erinnert aber, soweit nämlich die Rauhigeiten anders gestaltet sind oder anders liegen, der hier in Frage komnende Vorgang an denjenigen, welcher weiter unten unvollkommenes bscheren genannt wird. Es treten natürlich in gleichem Masse die längel dieses Vorganges hervor.

Querschnitte, welche nach Fig. 308 u. 309 gestaltet sind und sich gegeneinander verschieben, zerreiben offenbar ebenfalls im obigen Sinne, solange der Neigungswinkel der Furchensohlen genügend klein ist und die Rauhigkeit derselben das Gleiten des zu bearbeitenden Gutes verhindert. Die weitere Zerkleinerung, welche bei den gewöhnlichen Steinmühlen zwischen den Balken der Mahlflächen stattfindet, fällt hier aber hinweg, was für die Wirkungsart derartiger Mahlflächen von Bedeutung ist.



Fig. 308.



Fig. 309.

Das ist benutzt von Gathmann[2]) und Nagel & Kämp[3]). Ersterer will, da das Weizenkorn in der Richtung seiner Kerbe am leichtesten zerlegbar ist, längs dieser das Korn in zwei gleiche Teile spalten, um Gelegenheit zu haben, den viel Schmutz bergenden und schwer zugänglichen Bart zu entfernen, bevor die Mehlbildung stattfindet; letztere suchen dasselbe, aber sicherer, zu erreichen. Nagel & Kämp lassen nämlich die Getreidekörner durch Leisten zwischen die oben näher gekennzeichneten Mahlflächen werfen, deren Flächen verlängert durch die Drehachse der kreisenden Mahlfläche gehen würden. Sie rechnen nun darauf, dass die Körner sich in ihrer Längsrichtung auf diese Leisten legen und deshalb so zwischen die Rillen der Mahlflächen gleiten, dass sie winkelrecht zu ihrer Längsrichtung gewälzt werden.

Die zweite Art des Zerreibens, welches, wie schon erwähnt, diesen Namen eigentlich nicht verdient, tritt am deutlichsten bei den gerieften

[1]) Prechtl, technolog. Encyklopädie, 1840, Bd. 10, S. 21 m. Abb.
[2]) D. R. P. No. 20050; Wochenschrift des V. d. I. 1882, S. 452 m. Abb.
[3]) D. R. P. No. 26977, Prakt. Masch. Constr. 1884, S. 272 m. Abb.

Walzenpaaren mit ungleicher Winkelgeschwindigkeit hervor, welc erstmaligen Zerkleinern des Getreides dienen.

Fig. 310 stellt den Querschnitt der sogenannten Schrotwa vergrössertem Massstabe dar; das von ihnen eingeklemmte Wei ist in gleichem Massstabe gezeichnet. Man sieht sofort, dass zw Kanten der Walzen allmählich in das Korn mehr und mehr einl dass dieses aber nicht geschieht, um an den getroffenen Stellen da



Fig. 310.



Fig. 311.

zu zerlegen, sondern lediglich um eine so grosse Reibung zwische Hälfte des Kornes und der anliegenden Mahlfläche zu erzeugen während die rechts liegende Walze sich rascher bewegt als die links ein Gleiten verhindert wird. Die verschiedenen Geschwindigkeit Walzen bewirken somit eine Verschiebung im Inneren des Kornes, hierdurch zertrümmernd. Es werden demnach zwar die von den getroffenen Stellen des Kornes vor allen Dingen in Anspruch gen auch wohl hierdurch unerwünschte Verletzungen desselben herbeig im wesentlichen findet aber die Zerlegung des Kornes an den widerstandsfähigen Stellen desselben statt. Die Walzenriefung hat denselben Zweck und ähnliche Nachteile im Gefolge, wie die I keiten der Maulflächen unserer Schraubstöcke.



Fig. 312.



Fig. 313.

Ähnlich verhält es sich mit den Mahlflächen der Papier holländer. In Fig. 311 bezeichnet *a* eine feste Schiene, *b* eine welche in dem Mantel der Holländerwalze eingefügt ist und mit

ı der Pfeilrichtung sich fortbewegt. Ein Faserbündel ist in seiner ıängenrichtung zwischen die Kanten der Schienen *a* u. *b* geraten; es ird durch Abscheren zerlegt. Liegt aber das Faserbündel winkelecht zu den Schienenkanten, Fig. 312, und kann, wie es sein soll, die chiene *b* ein wenig ausweichen, so legt sich das Faserbündel nach 'ig. 313 zwischen die Schienen. Seine obere Hälfte wird von der chiene *b*, vermöge der auftretenden Reibung in deren Bewegungsrichung mit fortgenommen, die untere Hälfte aber seitens der unteren chiene festgehalten, das Faserbündel also gleichlaufend zur Längenrichung zerlegt. Andere Lagen des Faserbündels gegenüber den Schienen ühren ähnliche Vorgänge herbei. Man erkennt sofort, dass eine Querrennung stattfindet, wenn die Schiene *b* gegenüber der Schine *a* nicht in wenig ausweicht, d. h. wenn beide zu fest gegeneinander gepresst ind; es wird sodann der Zeug oder Stoff totgemahlen.

Die Mahlflächen werden selten in gerader Linie gegeneinander verschoben[1]), wohl deshalb, weil eine derartige Bewegung hin- und hergehend sein muss.

Die stetige Kreisbewegung ist im allgemeinen leichter durchzuführen, weshalb man die Mahlflächen mit wenigen Ausnahmen als Umdrehungsflächen ausgebildet. Eine derselben ruht, während die andere gedreht wird, oder beide drehen sich in einander entgegengesetzter Richtung. Die Drehachsen sind je nach Umständen senkrecht oder wagerecht. Bei einer unter den Trümmern Pompeji's gefundenen Mühle[2]) ist ein fest gelagerter Stein in seiner Mitte mit einer Erhöhung versehen, auf welche die untere Aushöhlung eines zweiten Steines passt. Letzterer, der Läufer, wird um seine senkrechte Achse gedreht; ein in der Mitte des Läufers befindliches Loch, das Steinauge, dient zum Einwerfen des Mahlgutes, welches teils durch sein eigenes Gewicht, teils durch die Einwirkung der Hauschläge, teils durch die Schleuderkraft allmählich bis zum Rande des Läufers fortschreitet, einen spiralförmigen Weg zurücklegend. Da im wesentlichen ebene Mahlflächen leichter genau aufeinander passend hergestellt werden können, so sind die meisten Mühlen mit solchen versehen[3]); man nennt sie oberläufige Mahlgänge.

Für gewisse Zwecke wird vorgezogen einen abgerundet zugespitzten Drehkörper, dessen Oberfläche mit Hauschlägen ausgerüstet ist, in einem Hohlkörper (der Glocke, woher der Name Glockenmühle) sich drehen zu lassen[4]).

Aus ihr geht durch Abplattung der Mahlfläche bis zur Ebene der unterläufige Mahlgang oder Unterläufer hervor[5]). Die Glockenmühle, wie

---

[1]) Vergl. Maulbrecher und Quellenangaben über solche: Z. d. V. d. I. 1886, S. 231 m. Abb.

[2]) Rühlmann, allgemeine Maschinenlehre, 2. Aufl., Bd. 2, S. 11 m. Abb.

[3]) Rühlmann, allgemeine Maschinenlehre, Bd. 2.
Wiebe, Mahlmühlen.
Kick, Mehlfabrikation.
Hoffmann, Papierfabrikat. (Stoffmühlen).

[4]) Z. d. V. d. I. 1886, S. 233 m. Abb.; 1863, S. 199 m. Abb.; 1884, S. 1011 m. Abb.
Prechtl, techn. Encykl., Bd. 10, S. 210 m. Abb.
D. p. J. 1821, **4**, 59 m. Abb.; 1832, **46**, 221 m. Abb.; 1852, **123**, 177 m. Abb.; 1860, **157**, 272 m. Abb.; 1867, **186**, 369 m. Abb.; 1874, **213**, 294 m. Abb.; 1877, **224**, 540 m. Abb.; 1879, **232**, 243 m. Abb.; 1881, **242**, 188 m. Abb.; 1882, **244**, 278 m. Abb., **246**, 223 m. Abb.; 1883, **247**, 214 m. Abb.

[5]) Z. d. V. d. I. 1886, S. 278 m. Abb.
Rühlmann, allgem. Maschinenl., 2. Aufl., Bd. 2, S. 186 m. Abb.
Wiebe, Mahlmühlen, S. 150 m. Abb.

die Mühle mit ebenen Mahlflächen werden auch mit liegender Spindel ausgeführt[1]).

Sogenannte **Kropfmühlen**, d. h. solche, deren kreisende, trommel- oder abgestumpft kegelförmige Mahlfläche gegen einen Teil des sie umspannenden Mantels arbeitet, sind alt[2]), werden aber fast nur als sogenannte **Holländer** zur Zerkleinerung des Papierstoffes verwendet[3]).

Die Mahlflächen unterliegen starker Abnutzung, welche zudem ungleichförmig ist. Für weitgehende Zerkleinerung genügt nicht, die Mahlflächen von Zeit zu Zeit zu berichtigen; man muss vielmehr Vorsorge treffen, dass die Mahlflächen sich gegenseitig berichtigen. Das wird angestrebt durch Drehung beider einander gegenüberliegender Mahlflächen um Achsen, welche gleichlaufend sind, aber nicht zusammenfallen (vergl. w. u. **Vorzeichnen**), so dass jeder Punkt der einen jedem Punkte der anderen Mahlfläche von Zeit zu Zeit gegenüber zu liegen kommt[4]).

Endlich sind Walzenpaare zu nennen, deren Umfangsgeschwindigkeiten voneinander verschieden sind. Sie zeichnen sich gegenüber den bisher genannten Mühlen dadurch aus, dass der Grad der Geschwindigkeitsverschiedenheit unabhängig ist von dem anzuwendenden Drucke, dass das Mahlgut in einfachster Weise zwischen die Mahlflächen geführt und ausgeworfen wird; sie haben sich daher in neuerer Zeit ein weites Feld erobert[5]).

Weniger rein als bei den angeführten Mühlen scheidet sich das **Zerreiben** vom **Zerdrücken** bei folgenden Zerkleinerungsmaschinen:

Die **Kollermühle**, welche Fig. 314 im Grundriss und Aufriss darstellt, besteht aus dem Teller A und den beiden **Rollern** B, welche mittels der Achse D und der **Königswelle** C auf dem Teller A im Kreise herumgeführt werden. Da die Roller feste Körper sind, also ihre Umfangsgeschwindigkeit in der ganzen Ausdehnung der Mantelfläche gleich ist, während die auf dem Teller zurückgelegten Wege zwischen $2 . \varsigma . \pi$ und $2 . r . \pi$ schwanken, so können die Roller nur an einer, zwischen ς und r von der Königswelle entfernten Stelle auf dem Teller sich abwälzen, durch reinen Druck zerkleinern, während sie innerhalb dieses Abstandes rückwärts, ausserhalb desselben vorwärts gleiten und dabei zerreibend wirken. Trotz der hierin liegenden Unklarheit des Arbeits-

---

D. p. J. 1867, **183**, 127 m. Abb.; **185**, 342; **186**, 281 m. Abb.; 1868, **187**, 27 m. Abb.; 1870, **196**, 300 m. Abb.; 1880, **235**, 192 m. Abb.; 1881, **242**, 189; 1883, **250**, 245 m. Abb.

Mitt. d. Gew. f. Hann. 1867, S. 273 m. Abb.

[1]) Z. d. V. d. I. 1886, S. 280; 1872, S. 207 m. Abb.; 1884, S. 1000 m. Abb.

D. p. J. 1826, **19**, 138 m. Abb.; 1859, **151**, 410 m. Abb.; 1870, **195**, 414 m. Abb.; 1880, **237**, 108, 197 m. Abb.

Prakt. Masch. Constr. 1871, S. 169 m. Abb.

[2]) Z. d. V. d. I. 1886, S. 233 m. Abb. u. Quellenangabe.

[3]) Vor. Quelle, S. 355 m. Abb. u. Quellenangabe.

[4]) Z. d. V. d. I. 1866, S. 281 m. Abb.; 1885, S. 889.

D. p. J. 1826, **22**, 177 m. Abb., 185 m. Abb.; 1833, **48**, 393; 1835, **56**, 285 m. Abb.; 1838, **70**, 343 m. Abb.; 1847, **103**, 18 m. Abb., 312 m. Abb., **104**, 18; **106**, 15; 1871, **201**, 294 m. Abb.; 1872, **204**, 445; 1874, **214**, 371 m. Abb.; 1878, **228**, 229 m. Abb.; 1879, **233**, 365 m. Abb.; 1880, **237**, 189 m. Abb.; 1882, **244**, 277 m. Abb.

[5]) Z. d. V. d. I. 1886, S. 232 m. Abb.

D. p. J. 1842, **85**, 158; 1874, **211**, 99 m. Abb.; 1878, **229**, 213 m. Abb.; 1879, **231**, 97 m. Abb.; 1880, **237**, 110 m. Abb.; 1881, **242**, 190 m. Abb.; 1883, **250**, 245, 480 m. Abb.

Prakt. Masch. Constr. 1879, S. 475 m. Abb.; 1881, S. 257 m. Abb., 462 m. Abb.

Die Mühle 1874, S. 157 m. Abb.; 1879, S. 461 m. Abb.

rganges ist derselbe ohne Not auch in andere Formen gekleidet zur Anwenng gekommen[1]).

Die Kugelmühle schliesst sich der Kollermühle an. Sie ist hervorgengen aus dem noch heute in Schweden für das Mahlen des Senfes vorkommenn Gebrauch in einem Napf zu mahlen, dem man zu dem Mahlgut eine eiserne er steinerne Kugel fügt und dann den apf so schwenkt, dass die Kugel in letzrem herumrollt[2]).

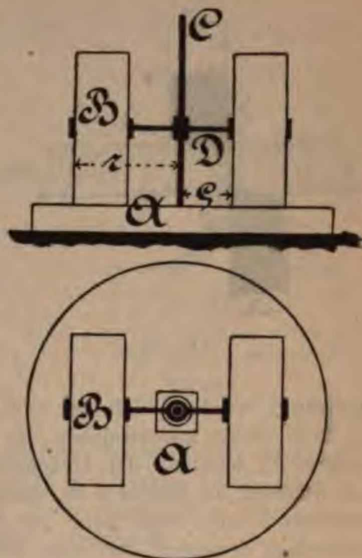


Fig. 314.

Die Mörsermühle, aus dem Mörser it durch die Hand bewegter Keule hervorgangen, ist hauptsächlich da brauchbar, man lediglich Wert auf Zerkleinerung gt, und womöglich in einem Durchgange obe Stücke auf den gewünschten Feinheitsad bringen will[3]).

D. Abscheren.

a. Mittels gewöhnlicher Schere.

Ein Werkstück *w*, Fig. 315, welches rischen zwei feste Kanten *a* und *b* legt ist, erfährt, wenn *b* gegen *a* geboben wird, und zwar so, dass die ksseitige Begrenzungsebene von *b* mit r rechtsseitigen Begrenzungsebene von stets zusammenfällt, zunächst seitens r Kanten *a* und *b* Eindrücke; bei eiterem Vordringen der Kante *b* steigert ch die Spannung des Werkstückes, soreit es zwischen den Kanten sich bendet, bis schliesslich, und zwar plötzlich der Bruch erfolgt. Die Zeregung des Werkstückes *w* erfolgte durch Abscheren, *a* und *b* heissen ie Scherblätter.

Man sieht nun aus Fig. 315, dass die Mittelkräfte *P*, welche auf

---

1) Z. d. V. d. I. 1886, S. 282 m. Abb.
D. p. J. 1831, **39**, 219 m. Abb.; **42**, 110 m. Abb.; 1833, **47**, 382 m. Abb.; 1857, **143**, 321 m. Abb.; 1864, **174**, 8 m. Abb.; 1874, **214**, 285 m. Abb.; 1875, **216**, 401 m. Abb.; 1876, **219**, 393 m. Abb.; 1880, **238**, 169 m. Abb.; 1881, **241**, 25 m. Abb.
Prakt. Masch. Constr. 1874, S. 289 m. Abb.; 1879, S. 475 m. Abb.; 1881, S. 268 u. 346 m. Abb.
Gaetzschmann, Aufbereitung, S. 583 m. Abb.
Rühlmann, allgem. Maschinenl., 2. Aufl., Bd. 2, S. 295 m. Abb.

2) Prechtl, techn. Encykl. Bd. 10, S. 222 m. Abb.
D. p. J. 1834, **54**, 109; 1855, **135**, 429; 1876, **220**, 405 m. Abb.; 1878, **227**, 145 m. Abb.; 1882, **244**, 278 m. Abb.
Z. d. V. d. I. 1885, S. 137 m. Abb., S. 685 m. Abb.; 1886, S. 283 m. Abb., S. 334 m. Abb.

3) Prechtl, techn. Encykl. Bd. 10, S. 3 m. Abb.
D. p. J. 1824, **14**, 169 m. Abb.; 1878, **227**, 57 m. Abb.
Prakt. Masch. Constr. 1878, S. 136 m. Abb.; 1885, S. 273 m. Abb.
Z. d. V. d. I. 1886, S. 335 m. Abb.

w wirken, den Abstand ς haben, so dass ein Drehmoment $P . \varsigma$ das Werkstück rechts zu drehen versucht. Die Grösse des Abstandes ς hängt von der Grösse des Kantenwinkels α ab; würde α gleich 90° gewählt werden, so würde ς fast der Scherblattdicke gleich sein. Je kleiner α ist, um so mehr ist eine Beschädigung der Kanten zu befürchten, weshalb α im allgemeinen zwischen 45° und 90° gewählt wird, und zwar grösser, wenn es sich um das Abscheren härterer Stoffe handelt, kleiner, wenn weichere Stoffe zu bearbeiten sind.

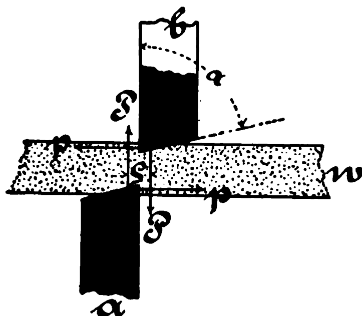


Fig. 315.

Jenes Drehmoment $P . \varsigma$ versucht das Werkstück *w* zu kippen; das hindert das Kräftepaar *p*, Kräfte, welche zwischen den senkrechten Flächen der Eindrücke des Werkstückes und den Flächen der Scherblätter auftreten, solange die Scherblätter durch letztere nicht zur Seite gedrängt werden. Ist aber z. B. *b* nachgiebig genug, um vor dem Druck *p* nach rechts auszuweichen, so vergrössert sich der Hebelarm des Kräftepaares *P*, während der Hebelarm des Kräftepaares *p* kleiner wird, d. h. es wachsen die Kräfte *p* in rascher Steigerung gegenüber den Kräften *P*, so dass *b* mehr und mehr zur Seite geschoben wird und *w* schliesslich unzerlegt senkrecht zwischen den Scherblättern steckt, wenn nicht durch die gewaltsame Seitwärtsbiegung die Schere gebrochen ist. Während dieser Vorgang für die Zerkleinerung des Papierstoffes angestrebt wird (vergl. S. 356), muss er bei dem Abscheren unmöglich gemacht werden. Die Scherblätter wie die sie verbindenden bezw. führenden Teile sind nun elastisch; man kann daher jedes Seitwärtsschieben des einen Scherblattes gegenüber dem anderen nur dadurch verhindern, dass in dem Augenblicke, in welchem die Kräfte *p* auftreten, bereits eine entsprechende Spannung der Scherblätter statthat. Um nun zu verhindern, dass infolge eines etwaigen Übermasses der absichtlich hervorgebrachten Scherblattspannung das eine Scherblatt auf das andere trifft, muss ein Teil des Scherblattes *b*, Fig. 316, auch in seiner höchsten Lage an dem Scherblatt *a* sich führen. Man kann solches erreichen durch Schräglegung der Scherblattkante *b* gegenüber der Scherblattkante *a* um den Winkel η, Fig. 316, oder durch anders gestaltete Verlängerungen des beweglichen Scherblattes *b* über seinen eigentlich wirksamen Teil hinaus, wie z. B. Fig. 317 andeutet.

Der Winkel η, Fig. 316, wird, um einen möglichst grossen Teil der Blätter zum Abscheren verwenden zu können, möglichst gross gewählt, darf aber eine gewisse Grösse nicht überschreiten, weil andernfalls das Werkstück unzerlegt nach rechts zurückgeschoben wird.

Heisst *P* der senkrechte Druck des beweglichen Scherblattes *b*, welcher von dem festen Scherblatt *a* aufgehoben wird, so sucht ein Zweig $P . tg\,\eta$ die Verschiebung des Werkstückes zu bewirken, während die Reibungswiderstände

ᶠ. P (unter f die Reibungswertziffer verstanden) dasselbe festhalten. Das rkstück bleibt liegen, wenn

$$2fP \geq P . tg\,\eta, \text{ oder}$$
$$tg\,\eta \geq 2f \text{ ist.}$$

Man macht daher $tg\,\eta = \frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{4}$, oder $\eta = 9°$ bis $14°$, in Ausımefällen etwas grösser.

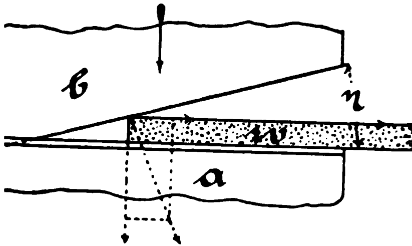


Fig. 316.

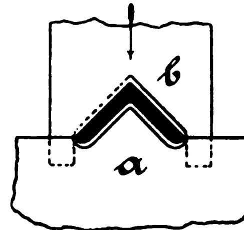
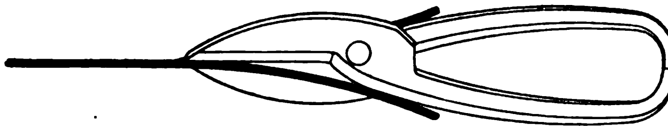


Fig. 317.

Die Verschiebung des beweglichen Blattes, bezw. die gegenseitige Ierschiebung beider Blätter, findet entweder in gerader Linie statt [1]), der im Bogen; im letzteren Falle sind beide Scherblätter durch ein ielenk, selten durch eine Feder miteinander verbunden.


Fig. 318.

Um bei der gegensätzlichen Drehbewegung der Scherblätter einen zweckmässigen Winkel η (Fig. 316) innezuhalten, macht man eins der Scherblätter – nach einer logarithmischen Spirale oder einer andern, sich dieser anschmiegenden Linie — krumm.

Das Gelenk der Schere bedingt, dass die durch Abscheren getrennten Teile ihm gegenüber ausweichen (Fig. 318). wenn nicht das Gelenk einseitig

---

[1]) Querscheren für endloses Papier: D. p. J. 1833, **47**, 175 m. Abb. Z. d. V. d. I. 1886, S. 309 m. Abb.

Blechscheren: D. p. J. 1876, **222**, 108 m. Abb.; 1882, **244**, 431 m. Abb.; 185, **258**, 203 m. Abb.; 1887, **264**, 56 m. Abb. The Engineer, Aug. 1882, 90 m. Abb., Juni 1884, S. 451 m. Abb. Prakt. Masch. Constr. 1883, S. 265 · Abb.

Blechscheren mit Wasserdruckbetrieb: D. p. J. 1878, **229**, 503 m. Abb.; 82, **242**, 330: 1885, **257**, 51 m. Abb.; **258**, 208 m. Abb. Publ. industr. 1880, . 26, S. 115 m. Abb.

gelegt wird. Das hat eine Verbiegung der Werkstück-Teile zur Folge, welche ihre Verwendbarkeit schädigt. Um wenigstens einen der Teile ungebogen zu lassen, verlegt man den Gelenkbolzen E, Fig. 319, 320 u. 321, seitwärts von der Richtung der Scherblattkanten; selbst der zweite Teil wird bei der in Rede tehenden Schere weniger gebogen, als bei der durch Fig. 318 dargestellten.

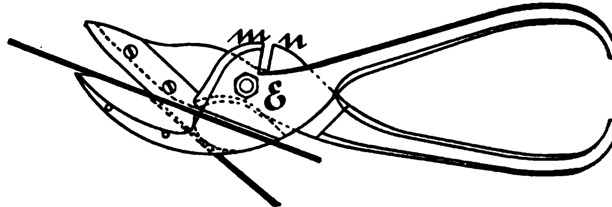


Fig. 319.

Die in Rede stehenden Scheren sind zum Trennen des Bleches und dicker Pappe bestimmt; Papier, Gewebe u. dergl. vertragen ohne weiteres die Verbiegung, welche das gewöhnliche Gelenk verlangt. Es sei zu der durch die Fig. 319 bis 321 dargestellten Hand-Blechschere noch erwähnt, dass die Scherblätter, um ausgewechselt zu werden, an die Schenkel der Schere durch Schrauben befestigt sind, und dass bei *m n* eine Schere mit kurzen Blättern zum Querschneiden stabförmiger Gegenstände angebracht ist, deren Hebelübersetzung grösser ist, als diejenige der eigentlichen, für platte, dünnere Gegenstände bestimmten Schere.

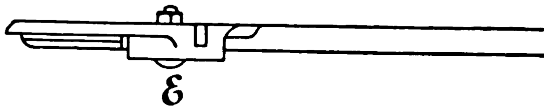


Fig. 320.



Fig. 321.

Während die w. o. erwähnte zwischen den beiden Scherblättern erforderliche Spannung derselben bei geradlinig geführten Scherblättern durch die Lage der Führungsleisten erreicht wird, bringt man sie bei Gelenkscheren vielfach durch entsprechende Krümmung der Scherblätter hervor. Die durch Fig. 322 dargestellte Papierschere lässt diese Anordnung wegen der Länge der Scherblätter deutlicher erkennen, als eine kürzere Schere. Bei der sogenannten Schafschere, Fig. 323, liegen die Scherblätter geneigt gegeneinander, so dass die einzelnen Teile derselben, wie bei der Papier- und anderen Gelenkscheren in dem Masse eine grössere Durchbiegung erfahren, als die grössere Entfernung der Kräfte p (Fig. 315) von dem Gelenkbolzen, bezw. dem federnden Bügel eine grössere Anspannung verlangt.

Verschiedene Gelenkscheren finden sich in den unten verzeichneten Quellen beschrieben[1]).

---

[1]) Blechscheren: D. p. J. 1881, 242, 256 m. Abb.; 1885, 258, 205 m. Abb.
Annales industr. Sept. 1882, S. 335 m. Abb.
The Engineer, Dez. 1882, S. 409 m. Abb.; Portef. écon. des machin. 1883, S. 180 m. Abb.

Der Widerstand des Abscherens, welcher durch die Kraft P (Fig. 315) u überwinden ist, entspricht der sogenannten Scherfestigkeit. Wenn er Bruch in ganzer Länge der Bruchfläche gleichzeitig stattfindet (vergl. ie Winkeleisenschere, Fig. 317), so ist der Widerstand im Augenblicke es Bruches gleich dem Produkt aus der Scherfestigkeit (S. 119) und em Querscknitt des abzuscherenden Werkstückes.

Sind aber die Scherblattkanten um einen Winkel η, Fig. 324, egeneinander geneigt, so ist die Rechnung weniger einfach, weil z. Z.

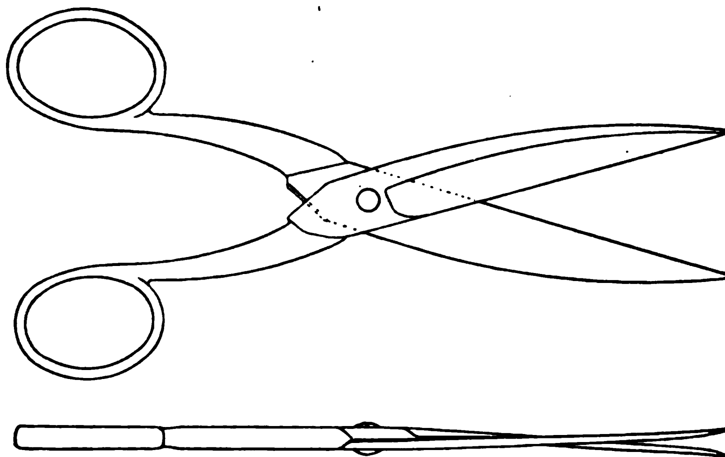


Fig. 322.

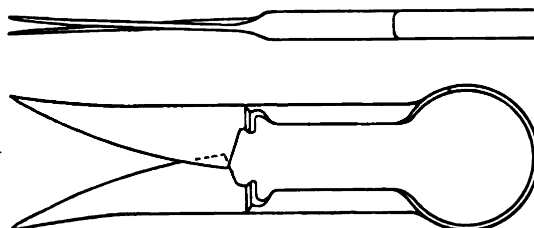


Fig. 323.

nur ein kleiner Teil des Bruches durchgeführt, im übrigen aber der Bruch nur eingeleitet wird. Man kann auf folgendem Wege zu einem Ausdruck für den Widerstand gelangen, welchen das bewegliche Scherblatt findet. Bei Eintritt der Berührung zwischen Scherblatt und Werkstück ist der Widerstand gleich Null; mit dem Eindringen des Scherblattes entsteht aber ein Widerstand, welcher um so grösser wird, je mehr die Lage des Scherblattes sich derjenigen nähert, in welcher der Bruch erfolgt. Ist letztere erreicht, so entspricht der Widerstand der Scherfestigkeit. Nimmt man nun an — was angenähert richtig sein dürfte

— dass der Widerstand im geraden Verhältnis zur Einsenkung des Scherblattes steht, und bezeichnet e die Einsenkung des Scherblattes, bei welcher der Bruch eintritt, a den Abstand des betreffenden Punktes von demjenigen, in welchem die Scherblattkante das Werkstück soeben berührt, so ist zunächst:

$$\frac{e}{a} = tg\,\eta \text{ oder } a = \frac{e}{tg\,\eta};$$

ferner der Widerstand, welcher ein dx breiter Streifen des Werkstückes an der Bruchstelle leistet, wenn σ die Scherfestigkeit bezeichnet:

$$= \sigma\,.\,\delta\,.\,dx$$

und folglich der Widerstand dp eines dx breiten Streifens in der Entfernung x vom Anfangspunkte der Berührung:

$$dp = \sigma\,.\,\delta\,.\,dx\,.\,\frac{x}{a}$$

Der Gesamtwiderstand ergiebt sich hieraus durch Integration:

$$p = \frac{\sigma\,.\,\delta}{a}\,.\int_{x=o}^{x=a} x\,d\,x = \frac{\sigma\,.\,\delta}{2\,a}\,.\,a^2$$

oder da $a = \frac{e}{tg\,\eta}$:

$$p = \frac{\sigma\,.\,\delta}{2\,tg\,\eta}\,.\,e\,.$$

Die Einsenkung e, bei welcher der Bruch erfolgt, hängt von der

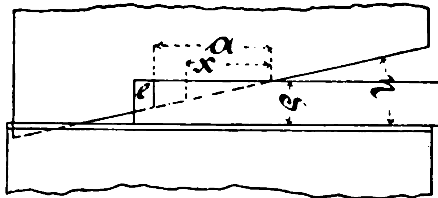


Fig. 324.

Natur des zu zerlegenden Stoffes ab; hartes Eisenblech bricht schon bei $e = \frac{1}{10}\,\delta$, sehr weiches oft erst bei $e = \frac{1}{2}\,\delta$. Nennt man allgemein $e = n\,.\,\delta$, so wird die Widerstandsgleichung zu der anderen:

$$p = \frac{\sigma\,.\,n}{2\,.\,tg\,\eta}\,.\,\delta^2.$$

b. Mittels Kreisscheren.

Die gewöhnlichen Scheren müssen, wenn sie längere Stücke abtrennen sollen wiederholt angesetzt werden, wodurch Zeitverlust und unreine Schnittflächen herbeigeführt werden. Krümmt man beide Scherblattkanten in der Schnittebene, so dass sie Kreise bilden, so wird stetiges Schneiden ermöglicht. Die Kreisschere stellen die Fig. 325 bezw. 326

t bezw. teilweisen Schnitt dar. Die scheibenförmigen und *b* sind auf kräftigen, gut gelagerten Wellen *c* und *d* Ränder ragen so weit übereinander, dass sie gut anein- en sind.

drehenden Kreisscherblätter ziehen das Werkstück selbst- olange die Reibung derselben am Werkstück die abstossenden egt (vergl. S. 319). Das bedingt einen Scherblattdurch- 0 bis 200 δ Grösse. Sonach sind die Kreisscheren nur genstände verwendbar.

utzt sie zum Zerlegen dünner Bleche, zum Zerschneiden des auch der Gewebe. Man hat versucht durch Rauhen der Scher- ie Reibungswertziffer derartig zu steigern, dass das Verhältnis der chmesser zur Stoffdicke δ ein kleineres, als oben angegeben, werde.

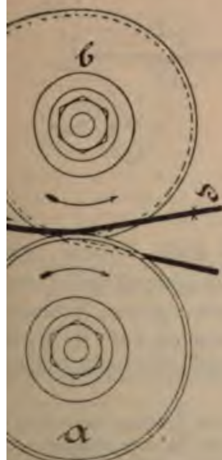


Fig. 325.

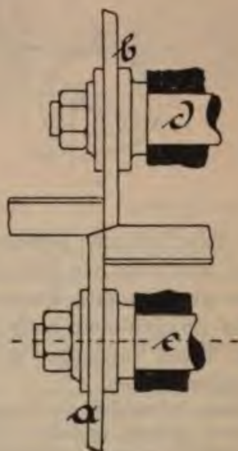


Fig. 326.

auhigkeiten der Scherblattkanten werden jedoch auch die Ränder ckes rauh, so dass der Vorteil kleinerer Scherblätter ziemlich teuer .

der Kreisschere sind auch bogenförmige Schnitte auszuführen, bezw. Platten auszuschneiden. Eine hierzu vorgerichtete Schere heisst n Rundschere. Es ist eine Einspann-Vorrichtung vorhanden, e das zu bearbeitende Blech (nur solches kommt in Frage) ge- rd, sich nur um eine zu ihm winkelrechte Achse zu drehen. Diese eichlaufend mit der Ebene der Scherblätter und geht durch eine e in dem Punkte, in welchem das Abscheren stattfindet, winkelrecht Ebene errichtet ist.

bildete runde Platte wird sodann von der Ebene des oberen Scher- em Bruchpunkte tangiert, findet folglich überall Raum, sich ohne um ihre Achse zu drehen; der Abfall dagegen erleidet, weil er nteren Scherblatte sich fortbewegen muss, erhebliche Verbiegungen durch nahezu unbrauchbar.

ird verhütet, wenn man das untere Scherblatt als abgestumpften det, Fig. 327, und den Halbmesser *r* der runden Scheibe, bezw. l ihrer Drehachse *x x* von dem oberen Scherblatte *b* gleich oder

grösser als die Mantellänge des Kegels *a* wählt. Das kegelförmige Scherblatt *a* wird (rechts i. d. Figur) durch einen Ergänzungskegel abgestumpft, und zwar so, dass die Summe der Spitzenwinkel beider Kegel 180° misst. Die Ebene des Scherblattes *a* tangiert den Ergänzungskegel bei *i* und die Drehachse *x x* liegt in bezug auf den linkseitigen Teil der Figur 327 genau vor *i*.[1])

c. Abscheren der Fasern, Haare u. dergl.

Das Abscheren senkrecht auf einer Fläche stehender Fasern, Haare, oder des Grases, behufs Gewinnung einer gleichmässigen Länge derselben,

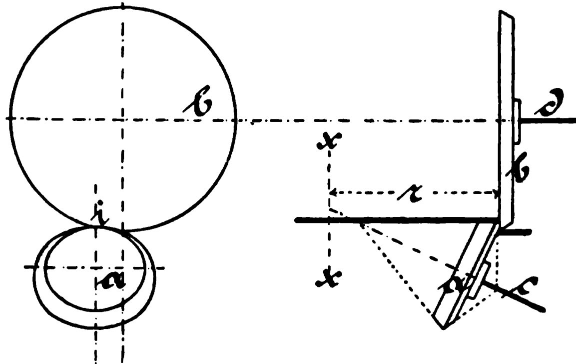


Fig. 327.

findet teils mittels gewöhnlicher Schere statt. Jedes abzuschneidende Büschel wird aber vor dem Abscheren zusammengedrückt (vergl. Fig. 328), so dass die einzelnen Fasern eine verschieden grosse Krümmung erleiden. Richten sie sich nun nach dem Schnitt wieder auf, so erkennt man die Folgen dieses Vorganges sofort an der wellenförmigen Fläche, welche die Faserenden bilden.

Beim Schneiden des Haupthaares wird ein Kamm zwischen die Haut und die Schere gelegt, welcher die Krümmung der Haare mässigen soll; es muss, um hierdurch einen entsprechenden Erfolg zu erzielen, der Kamm möglichst dicht unter der Schere liegen. Zum Scheren der Hunde, Schafe u. dergl. verwendet man zuweilen einen Kamm, dessen Zinken als feststehende Scherblätter ausgebildet sind; ein bewegliches wird über erstere hinweggeführt. Die Finger der Grasmähemaschinen bezwecken ebenfalls, jederzeit nur kleinere Büschel anzufassen und abzuschneiden.

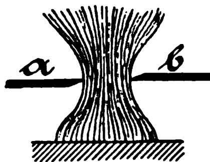


Fig. 328.

Ein Blick auf die Fig. 328 lehrt, dass die Ungleichmässigkeit der entstehenden Längen mit dem Verfahren eng verknüpft ist, aber gleichzeitig, dass sie um so weniger hervortritt, je schmaler die Fläche ist, deren Haare oder Fasern mit einem und demselben Schnitt abgeschert werden. Um ein gutes Aussehen der entstehenden Fläche zu erzielen, muss man sich sonach zu zahlreichen Schnitten bequemen. Beim Tuchscheren wird nicht selten mittels eines Schnittes nur $^1/_4$ *mm* Breite behandelt.

---

[1]) Kreisscheren für Metall: D. p. J. 1883, 249, 13 m. Abb.; 438 m. Abb. 1885, 258, 206 m. Abb.

Die schwingende Bewegung der Scherblätter, welche gewöhnlichen heren eigen ist, gestattet nun keine grosse Schnittzahl in der Zeiteinit. Trotzdem wird ihre grundsätzliche Anordnung nicht selten für hermaschinen, welche den vorliegenden Zwecken zu dienen bestimmt ad, benutzt [1]).

Leistungsfähiger sind jedoch die Walzenscheren.

Das feste Scherblatt *a*, Fig. 329, ist in geeigneter Weise eingeklemmt. it der Klemme sind die Lager r Walze *c* einstellbar vernden; letztere ist mit 2 bis Scherblättern, Klingen *b* sgerüstet, deren äussere Kann genau an dem freien Rande s Blattes *a* vorbei sich begen, und dabei die vor *a* genden, über *a* hinwegragenn Faserenden des Stoffes *d*, lcher gegen die feste Leiste *e* stützt ist, abschneiden. Die herblätter *b* legen sich hraubenförmig um die Walze damit der Widerstand des bscherens stetig, nicht abtzend auftritt. Mir scheint lgender Nutzen wichtiger zu sein. W. o. (S. 360) wurde hervorgehoben, dass e Scherblätter stets mit einem gewissen Druck aneinander liegen müssen und ss deshalb notwendig ist, einen Teil des einen Scherblattes mit einem solchen s anderen in Berührung zu erhalten. Das lässt sich zwar bei der Walzenhere nicht völlig durchführen, aber angenähert erreichen, wenn man die eisenden Scherblätter um ihre Drehachse windet und ihnen an dem Ende, elches zunächst mit dem festen Scherblatt in Berührung tritt, einen etwas leineren Halbmesser als in ihrem sonstigen Verlauf giebt.

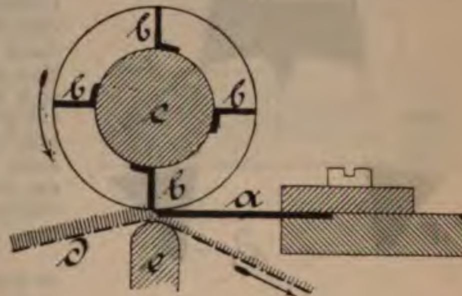


Fig. 329.

Bei Tuchscheren beträgt die sekundliche Umfangsgeschwindigkeit der cherblätter *b* etwa 3 bis 6 *m*. Diese verhältnismässig grosse Geschwindigkeit egünstigt die Wirkung, indem sie den Fasern nicht Zeit lässt, sich so umzuiegen und unzerschnitten zwischen die Scherblätter zu legen, wie beim langamen Schneiden stattfinden würde (vergl. S. 360). Trotzdem tritt dieser Vorang verhältnismässig leicht ein, weil man den soeben erwähnten Umstand neistens unbeachtet lässt. Sorgfältige Pflege der Kanten, der Lagerungen u. s. w. nd mässige Inanspruchnahme sind stets erforderlich, um mittels der Walzenchermaschinen tadellos zu schneiden [2]).

d. Der Durchschnitt.

Biegt man beide Scherblätter in der Ebene des Werkstückes, so werden sie zur Erzeugung krummer Schnitte geeignet; bilden sie geschlossene Figuren, so nennt man das betreffende Werkzeug Durchschnitt und den hohlen Ring Lochring, den in diesen greifenden Scherenteil Stempel. In Fig. 330 bezeichnet *w* das Werkstück, *b* den

---

[1]) Prechtl, techn. Encykl. 1853, Bd. 19, S. 217 m. Abb.
Grothe, Appretur der Gewebe, Berlin 1882, S. 271 m. Abb. (in bezug auf die Geschichte der Tuchscheren beachtenswert).

[2]) Abb. u. Beschreibungen einiger Walzenschermasch. finden sich:
Prechtl, techn. Encyklop. 1853, Bd. 19, S. 228 m. Abb.
Grothe, Appretur der Gewebe, Berlin 1882, S. 284 m. Abb.

Lochring, *a* den Stempel. In der Regel wird letzterer gegen ersteren bewegt; selten findet das Umgekehrte statt.

Die in der Ebene des Werkstückes auftretenden Kräfte (vergl. S. 359) heben sich hier gegenseitig auf, so dass eine künstlich hervorgebrachte Spannung zwischen den scherenden Kanten nicht nötig ist.

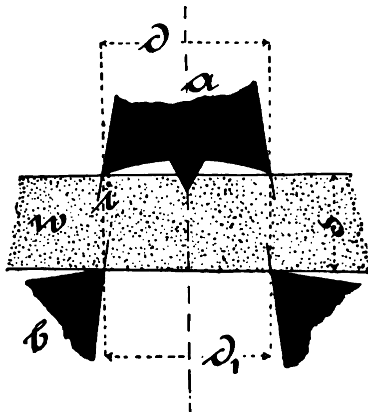


Fig. 330.

Nach von Reiche[1]) bilden sich beim Lochen, von den Scherkanten ausgehend, kegelförmige Klüfte im Werkstück, wodurch die Schnittfläche sehr rauh wird. Man vermeidet die Rauhigkeit, wenn man die Weite *d*, des Lochringes um so viel grösser als den Stempeldurchmesser *d* wählt, dass beide Kegelbildungen ineinander übergehen. Bei Schmiedeisen soll der Spitzenwinkel der Kegel 14° betragen, wonach

$$d_{,} = d + \frac{\delta}{4}$$

zu machen wäre, um ein glattwandiges Loch zu erhalten, welches selbstverständlich kegelförmig ausfällt.

Die erwähnten in der Ebene des Werkstückes auftretenden Kräfte sind sehr erheblich, so dass das Werkstück sich streckt, auch wohl kleine Risse sich bilden, weshalb man das Lochen für solche Gegenstände, an deren Festigkeit grössere Anforderungen gestellt werden, nicht anwendet, oder doch die Löcher durch Nachbohren von den Rissen befreit[2]).

Die betreffenden Spannungen sind auch zu beachten, wenn vermöge der Zahl oder Grösse der zu erzeugenden Löcher die Fläche der letzteren gegenüber der Gesamtfläche eine bedeutende ist. Bei Herstellung gelochter Siebbleche werden deshalb sämtliche Löcher einer Reihe gleichzeitig erzeugt, um Verzerrungen zu vermeiden; andere Lochungen können nur durch schrittweises Vorgehen erzeugt werden[3]).

Um die richtige Stelle für das Loch rasch zu finden, pflegt man runde Stempel mit einer kegelförmigen Spitze (vergl. Fig. 330) zu versehen, welche in die kegelförmige Vertiefung, durch die man die Mitte des Loches am Werkstück bezeichnet, geführt wird.

Der Widerstand gegen das Lochen steigt vom Augenblicke der Berührung des Stempels mit dem Werkstück bis zum eintretenden Bruch und entspricht in diesem Augenblicke der Scherfestigkeit (S. 262). Der grösste Widerstand ist sonach das Produkt der Schnittfläche mit der Festigkeitswertziffer.

Dieser grosse Widerstand tritt nur während eines Augenblickes auf, wogegen während der übrigen Zeit der Stempel einen geringeren Widerstand oder gar keinen findet. Man hat nun versucht, den Widerstand ähnlich zu verteilen, wie bei den gewöhnlichen Scheren von selbst stattfindet. Kennedy's Lochstempel ist zu dem Ende, in getreuer

[1]) Civilingenieur 1864, S. 235 m. Abb.
[2]) Vergl. D. p. J. 1878, **227**, 346 m. Abb.
[3]) D. p. J. 1879, **232**, 110 m. Abb.

achahmung der Scherblattschräge, mit schraubenförmiger Kante ver-hen[1]). Hierdurch wird der Stempel, da der Anfang der betr. Schrau-enfläche mit den anderen Flächen eine Ecke bildet, zerbrechlicher; vor lem aber treten die Schubkräfte des Werkstückes ebenso einseitig auf, ie bei der gewöhnlichen Schere. Eine Möglichkeit, ihnen wirksam ent-egenzutreten, liegt nicht vor.

Schüchtermann & Krämer in Dortmund haben eine glücklichere ösung gefunden. Sie gestalten das tempelende nach einer einfach ge-rümmten Fläche, z. B. nach einer ommelförmigen, Fig. 331, erreichen erdurch ebenfalls einen allmählichen ruch, vermeiden aber einseitige chubkräfte auf den Stempel und e leichte Verletzlichkeit des letz-ren, welche Mängel dem Kennedy'-hen Stempel eigen sind.



Fig. 331.

e. Abscheren zum Zweck des erkleinerns.

Abweichend vom reinen Ab-heren ist der Vorgang, welchen an bei manchen Zerkleinerungs-aschinen für Gips, Thon, Getreide, nochen u. s. w. findet: Es ist bei earbeitung dieser Stoffe unmöglich, ie Scherblattkanten in guter Be-ihrung zu erhalten, weshalb man sich von vornherein mit einem un-ollkommenen Abscheren, welches mit Zerdrücken und nach Umständen bbrechen gepaart ist, begnügt.

Die Kaffeemühle und ihre Schwestern werden häufig in diesem Sinne ebraucht, wenn nämlich die gegensätzliche Bewegung der Mahlflächen nach er in Fig. 332 angegebenen Pfeilrichtung attfindet. Die Zerlegung der zu zer-leinernden Stücke erfolgt, wie bei allen er vorliegenden Zerkleinerungsverfahren, it geringer Rücksicht auf die Schwächen erselben.


Fig. 332.

Eine zweite Reihe eröffnet Evan's rechmühle[2]). Sie besteht in ursprünglicher estalt aus einem um seine Längsachse ewundenen Flachstahl und einem Rost, essen Stäbe quer gegen die Achse des ersteren gerichtet sind. Die Kanten es gewundenen Flachstahles bilden mit denjenigen der letzterwähnten Stäbe inen spitzen Winkel, so dass die zwischen beide geratenen Stücke durch die eibung — wenigstens in der Regel — genügend fest erhalten werden, um nvollkommene Abscherung zu erfahren.

Eine dritte Reihe wird gekennzeichnet durch Whitfield's Knochenzer-

[1]) D. p. J. 1878, **228**, 494 m. Abb.

[2]) D. p. J. 1823, **12**, 394 m. Abb.; Z. d. V. d. I. 1866, S. 337 m. Abb.

kleinerer[1]), welcher allmählich weiter ausgebildet ist, und z. Z. Verwendung findet zum Zerkleinern der Knochen, der Tabakstengel (f. d. Verfert. d. Schnupftabaks), des Getreides u. s. w.[2]).

Fig. 332 ist in ihrer oberen Hälfte ein senkrechter Schnitt der Mühle, in ihrer unteren Hälfte ein teilweiser Grundriss derselben. Auf zwei glatte Wellen

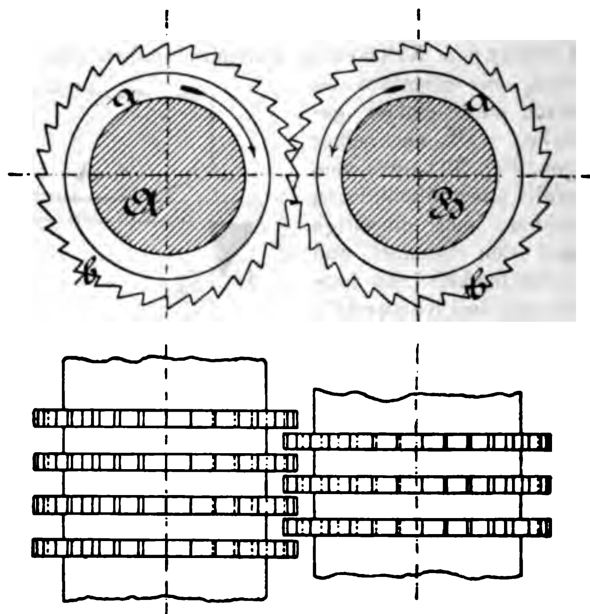


Fig. 332.

A und *B* sind abwechselnd glatte Ringe *a* und am Umfange gezahnte Ringe *b* geschoben; der äussere Durchmesser der letzteren ist erheblich grösser als derjenige der glatten Ringe. Die gezahnten Ringe der einen Walze liegen den glatten der anderen Walze gegenüber, so dass die Teile der zwischen dieselben geratenen Körper eine zu ihrer Zertrümmerung genügende Verschiebung erfahren. Die Zahnung der grösseren Ringe sichert das Einziehen der Werkstücke.

Eine vierte Gruppe der hierher gehörigen Zerkleinerungsvorrichtungen versinnlicht endlich Fig. 333 in einer Ansicht und einem Schnitt. Zwei Scheiben, von denen die eine kreist, sind mit ringförmig aneinander gereihten flachen Pyramiden besetzt, die so ineinander greifen, dass ihrer gegensätzlichen Drehung nur die eingeworfenen, zu zerkleinernden Körper im Wege sind. Um das Einfallen des Mahlgutes zu erleichtern, sind die Pyramiden in der Nähe der Scheibenmitten seltener als am Rande der Scheiben. Diese Brechmühlen zeichnen sich vor den soeben erwähnten dadurch aus, dass man die wirkenden

---

[1]) D. p. J. 1826, **21**, 539 m. Abb.

[2]) Knochenmühlen: D. p. J. 1831, **39**, 419 m. Abb.; 1850, **116**, 180 m. Abb.; 1855, **136**, 249 m. Abb.; 1883, **250**, 88 m. Abb. Pr. Masch. Constr. 1884, S. 225 m. Abb.

Für Zuckerfabr.: Pr. Masch. Constr. 1882, S. 81 m. Abb.

Für Weizenzerkl.: D. R. P. No. 318; D. p. J. 1878, **228**, 407 m. Abb.

amidenkanten, wenn grössere Feinheit verlangt wird, einander näher bringen n[1]).

E. Das eigentliche Schneiden.

a. Allgemeines.

Oberflächliche Anschauung nimmt an, dass eine Schneide die ınittkante zweier Ebenen, oder doch nahezu ebener Flächen sei. Genaere Besichtigung irgend einer hneide (vielleicht die Kristallnten oder durch Abbrechen geldete Kanten, solange diese nicht m Schneiden benutzt worden ıd ausgenommen) überzeugt aber fort, dass die Schneide der hneidwerkzeuge durchaus anders gestaltet, nämlich eine abgeumpfte Kante ist. Es ist das ils Folge der Herstellung, teils rgebnis der bei der Benutzung ıvermeidlichen Abnutzung.



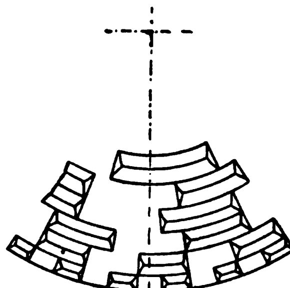


Fig. 333.

Es sei A, Fig. 334, ein Schleifstein, B ein Schneidwerkzeug, welches durch hleifen geschärft werden soll. Die Schneide von B habe winkelrecht zur ildfläche die Länge 1 und die Biegungsfestigkeit s. Soll sie im Querschnitt x icht brechen, so muss

$$P \cdot y < \frac{x^2}{6} \cdot s$$

ın, wenn P den zum Schleifen erforderlichen Druck bezeichnet. Die Querhnittshöhe x steht im geraden Verhältnis zu y; wenn α den Zuschärfungsler Schneidwinkel bezeichnet, so ist

$$y \cdot tg \frac{\alpha}{2} = \frac{x}{2}, \text{ oder } x = 2y \cdot tg \frac{\alpha}{2}$$

Führt man diesen Wert in die vorige Gleichung ein, so erhält man:

$$P \cdot y < \frac{4 \cdot s}{6} \cdot y^2 \cdot tg^2 \frac{\alpha}{2}, \text{ oder}$$

$$P < \frac{2 \cdot s}{3} \cdot tg^2 \frac{\alpha}{2} \cdot y .$$

Die Werte $\frac{2 \cdot s}{3} \cdot t^2g \frac{\alpha}{2}$ sind bei ein und derselben Schneide unveränderh; sie sind grösser als o. Folglich drückt die letzte Gleichung den Satz aus: ll während des Schleifens ein Bruch (oder eine Verbiegung) in der ıtfernung y von dem Angriffspunkt der Kraft P vermieden werden, muss P kleiner sein als das Produkt aus y mit einer von der Gealt und dem Stoff der Schneide abhängigen unveränderlichen össe. Erwartet man eine Wirkung des Schleifens, so muss P eine gewisse

[1]) Vergl. D. p. J. 1863, 169, 331 m. Abb.; 1880, 237, 107 m. Abb.; 1882, 4, 278 m. Abb.; 1883, 250, 21 m. Abb.; Publ. industr. 1877, Bd. 23, S. 390 Abb.; 1881, Bd. 27, S. 58 m. Abb.; Prakt. Masch. Constr. 1881, S. 251 Abb.

Kick: Die neuesten Fortschritte der Mehlfabrikation, Leipzig 1883, 18 m. Abb.

Z. d. V. d. I. 1866, S. 338 m. Abb.

Grösse haben, folglich wird stets die Biegungsfestigkeit der Sc[l] in einer entsprechenden Entfernung y überwunden. Man kann Mässigung des Druckes die Entfernung y verkleinern, aber n[i] schwinden lassen.

Ist der Stoff der Schneide spröde, so bricht sie in der fragl. Entfe[r] ab, so dass ihr Querschnitt der Fig. 335 entspricht; ist der Stoff zähe, s[o] eine Verbiegung statt, und schleift man weiter, so reihen sich die Verbie

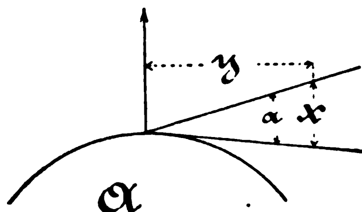


Fig. 334.

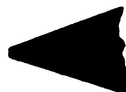


Fig. 335.

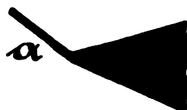


Fig. 336.



Fig. 33

aneinander und es entsteht der Grat a, Fig. 336, welcher gelegentlich nutzung der Schneide abbröckelt. Es bleibt sonach auch in diesem F[a] Gestalt der Fig. 335 übrig.

Die Thatsache, dass selbst die Schneide des mit sehr geringem Dru dem Streichriemen geschärften Rasiermessers durch eine zackige Bruc abgestumpft ist, erwähnte Karmarsch bereits 1845[1]).

Die scharfen Bruchkanten nutzen sich beim Gebrauch der Schnei bald ab, so dass der mittlere Querschnitt derselben eine abgerundete nach Fig. 337, erkennen lässt, wobei der Abrundungshalbmesser sehr vers[ch] gross sein kann.

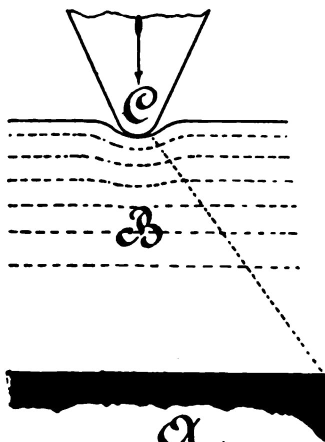


Fig. 338.

Mit dieser Thatsache muss rechnen, wenn man den Vorga[ng] Schneidens richtig auffassen will.

b. Trennen in zwei Teil heblicher Grösse.

In Fig. 338 bezeichnet B einen gleichartigen Stoff, der gestützt ist und mittels der Sc C zerschnitten werden soll. In Linien gezogen, welche vor dem setzen der Schneide C zu der Obe von B gleichlaufend waren und de lauf der Umgestaltung versinn sollen. Die durch diese Linien deuteten Schichten werden nun, wenn die Schneide C sehr la niedergedrückt wird, in sehr ve denem Grade beeinflusst, indem die

[1]) Polytechnische Mitteilungen, 1845, Heft 1 u. 2.
Notizblatt des Gewerbevereins f. Hannover, 1845, S. 66 m. Abb.

fläche A sehr gross ist, also der angewendete Druck, auf die Flächeneinheit bezogen, viel kleiner ausfällt, als an der Berührungsstelle zwischen Werkstück B und Werkzeug C. Die oberen Schichten werden sonach stärker zusammengedrückt und in einiger Tiefe ist die Zusammendrückung nicht mehr merkbar.

Das macht sich in sehr fühlbarer Weise geltend, sobald der zu zerschneidende Körper thatsächlich aus einzelnen Schichten besteht, z. B. beim Zerschneiden bezw. Beschneiden einer Zahl aufeinander gelegter Papierbogen, oder eines Buches, beim Schneiden des Häcksels u. dergl., indem Neigung vorhanden ist, die einzelnen Schichten ihrer Durchbiegung entsprechend gegenüber den Nachbarschichten zu verschieben. Man verhindert die Verschiebung in dem einen der durch die Trennung hervorgebrachten Teile, indem man diesen stark zusammenpresst. Dadurch wird, wie leicht ersichtlich, nicht allein die Durchbiegung, also auch die Neigung zum Verschieben erheblich gemindert, sondern auch die Verschiebung, welche erforderlich ist, um dem Schneidwerkzeug für seine Weiterbewegung Raum zu geben, ausschliesslich auf den anderen abfallenden Teil verwiesen.

Infolge der Zusammendrückung müssen sich die oberen Schichten eine Biegung gefallen lassen, die eine Verlängerung zur Folge hat. Es herrscht daher eine Druckspannung in der Richtung, in welcher die Schneide vorwärts bewegt wird, und eine Zugspannung winkelrecht zu dieser Richtung. Beide sind gemeinsam bestrebt, unter der Schneide eine Trennung herbeizuführen und diese erfolgt schliesslich unmittelbar unter der Schneide, da die von dieser getroffene Schicht am meisten beeinflusst wird. Es sei insbesondere darauf hingewiesen, dass die Trennung gegenüber der in der Bewegungsrichtung am meisten hervorragenden Stelle der Schneide gegenüber stattfindet.

Nach stattgefundener Trennung müssen die Trennungsflächen zurückgedrängt werden, um der Schneide für ihre Weiterbewegung Raum zu geben: Das Zusammendrücken der Nachbarschaft der Trennungsfläche erfordert eine entsprechende Kraft, welche nur von dem Schneidwerkzeug ausgehen kann.

Die zurückgedrängten Trennungsflächen rufen endlich eine bedeutende Reibung an den Flächen der Schneide hervor, die ebenfalls durch den auf das Schneidwerkzeug ausgeübten Druck überwunden werden muss.

Die Kraft P, vermöge welcher die Trennung erfolgt, bleibt, solange der zu zerlegende Körper gleichartig ist und der Zustand der Schneide sich nicht ändert stets dieselbe; der Widerstand $p \,.\, t$, Fig. 339, gegen das Zurückdrängen der Trennungsflächen wächst mit der Tiefe t der Einsenkung des Werkzeugs in das Werkstück und der Reibungswiderstand $p \,.\, t \,.\, f$ steht — bei unveränderlicher Reibungswertziffer f — im geraden Verhältnisse zu letzterem Widerstand.

Mit Hilfe der Fig. 339 möge das Gesetz, nach welchem die einzelnen Einflüsse wachsen, näher erläutert werden.

Der Widerstand, welchen die Schnittflächen bei ihrem Ausweichen bieten, überträgt sich auf die Bewegungsrichtung der Schneide in der Grösse:

$$P_2 = p \,.\, t \,.\, \sin \frac{x}{2}$$

und der Reibungswiderstand $f \,.\, p \,.\, t$ widersteht der Bewegungsrichtung mit

$$P_3 = f \,.\, p \,.\, t \cos \frac{\alpha}{2}$$

Die Summe der Widerstände beträgt sonach:

$$W = P_1 + P_2 + P_3 = P_1 + p.t.sin\frac{\alpha}{2} + f.p.t.cos\frac{\alpha}{2}$$

$$\text{oder } W = P_1 + p.t\left(sin\frac{\alpha}{2} + f.cos\frac{\alpha}{2}\right)$$

W, die Summe der Widerstände, die Kraft, welche aufgewendet werden muss um die Schneide in das Werkstück zu treiben wächst daher

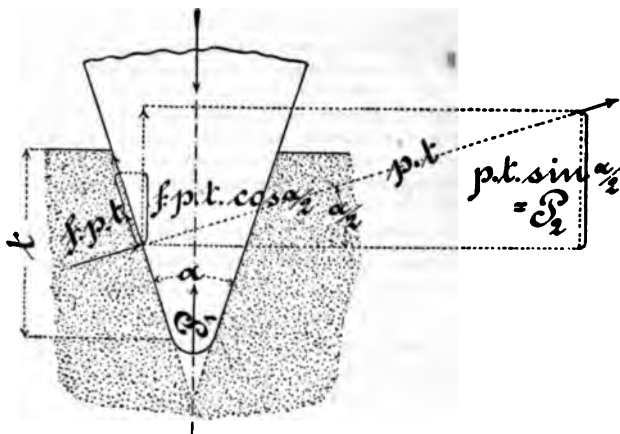


Fig. 339.

etwa im geraden Verhältnis zur Einsenkung, woraus ohne weiteres hervorgeht, dass das vorliegende Trennungsverfahren allgemein nur bis zu gewissen Schnitttiefen verwendbar ist.

α. Schneiden dünner Gegenstände.

Es findet dasselbe in einfachster Weise statt mittels Hackmesser und Wiegemesser, welche zuweilen auch durch Maschinen bewegt werden [1]), mittels der Ausschlageisen u. s. w., wobei zur Schonung der Schneide eine weiche Unterlage erforderlich ist.

Nicht allein ist unmöglich die Begrenzung der Schneide genau der Stützfläche anzupassen, sondern ebenso den Druck in dem Augenblicke sofort aufhören zu lassen, in welchem die Schneide bei der Unterlage angekommen ist. Letzterer Umstand führt zur Abstumpfung der Schneide, ersterer verhindert ein völliges Durchschneiden auf der ganzen Länge der Schneide. Die weiche Unterlage (Hirnholz, Blei) gestattet der Schneide mässiges Eindringen, so dass sämtliche getroffenen Teile völlig durchschnitten werden und schont zugleich die Schneide.

Härtere, dünne Gegenstände (Metalle) zerlegt man mittels der Kneipzange. Fig. 340 stellt den wirksamen Teil des Kneipzangenmauls dar. *b* sind die Backen, welche in der Richtung der Pfeile

[1]) D. p. J. 1820, 3, 186 m. Abb.; 1872, 205, 497 m. Abb.; 1880, 250, 394 m. Abb.
Prakt. Masch. Constr. 1879, S. 144 m. Schaubild; 1883, S. 465 m. Abb.
Z. d. V. d. I. 1886, S. 399 m. Abb.
Zeitschr. d. Gewerbfleissvereins 1881, S. 41 m. Abb.

;eneinander geführt werden, *w* bezeichnet das Werkstück. Durch An-
ıdung zweier Schneiden wird die Einsenkungstiefe jeder derselben
·ing. Eine völlige Berührung der Schneiden ist nicht nötig, da wegen

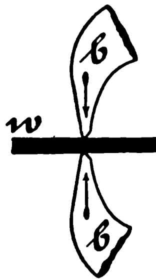


Fig. 340.

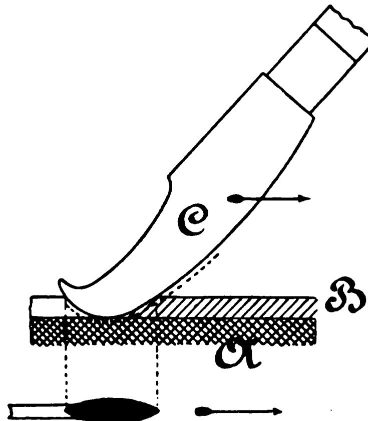


Fig. 341.

ır Härte der Werkstücke die auf Zurückschieben der Trennungsflächen
ırichteten Kräfte vorher die Trennung durch Abreissen herbeiführen.
er Arbeitsvorgang erinnert sonach an denjenigen, welcher bei dem Ge-
rauch der Zuckerzange (S. 333) auftritt. Zufälliges Aufeinander-
effen der Schneiden vermeidet man, um eine Beschädigung derselben
ıszuschliessen, durch eine einstellbare Hubbegrenzung der Backen.

Um den Kraftaufwand zu mindern, hat Hall die Kneipzange mit
›ppelter Hebelübersetzung versehen [1]).

β. Schmale Schneiden

fordern selbstverständlich einen geringeren Druck als breite; richtet man
› so ein, dass sie in der Längenrichtung der Schneidkante fortzuschieben
ıd, so ist auch mit ihnen eine breite Trennungsfläche (unter geringerem
ruck aber grösserem Zeitaufwand) zu erzeugen.

Hierher gehören die Messer der Lederarbeiter u. s. w., Schnitzer
r Holzarbeiter und auch eine Gattung der Röhrenabschneider.

Das Messer *C*, Fig. 341, ist in der Bewegungsrichtung nach vorn geneigt,
ı sicher zu sein, dass die entstehenden Schnittränder glatt werden. Da das
erkstück *B* durch die Stützfläche *A*, und die oberen Schichten des Werkstückes
ı den nächst tiefer liegenden getragen werden, so können bei dem Druck
ı oben nach unten erhebliche Verzerrungen der Schnittränder nicht eintreten.
ırde die Schneide senkrecht zum Werkzeug stehen, oder gar nach hinten
ı überneigen, so würde jene günstige Stützung hinwegfallen. Übrigens wird [2])
wirksame Schneidwinkel durch das Überhängen der Schneide kleiner.

Die Unterlage *A* muss, zur Schonung der Schneide, aus weichem Stoff be-

[1]) D. p. J. 1880, 237, 442 m. Abb.

[2]) Vergl. Karmarsch, Polytechn. Mitteilungen 1846, Bd. 3, S. 40.

stehen. Ein Schnitt durch das Messer in Höhe der Werkstückoberfläche hat, wie Fig. 341 zeigt, eine zweispitzige Gestalt. Es ist daher z. Z. nur ein Teil der Seitenflächen der Schneide genötigt, durch Zurückdrängen der Schnittränder Raum zu schaffen, bezw. die zugehörige Reibung zu überwinden.

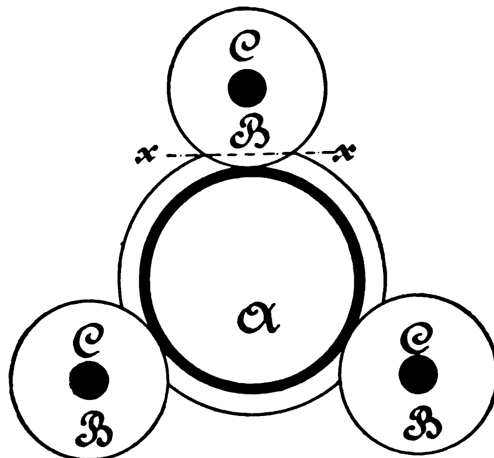


Fig. 342.

Der Röhrenabschneider[1]), welchen Fig. 342, 343 u. 344 darstellen, überwindet die Reibungswiderstände noch leichter, bewirkt aber die Ausweitung des Schnittes ähnlich wie das soeben erörterte Messer. Auf die Röhre A drücken die linsenförmigen Rollen B, welche sich um Bolzen C frei drehen. Die Bolzen C können einander genähert werden; indem man sie um das Werkstück A dreht, bringen die scharfen Ränder der Rollen B eine Rille hervor, welche durch allmähliches Nähern der Bolzen C tiefer und tiefer wird, bis schliesslich die Trennung erfolgt. Links und rechts von der Trennungsfläche entstehen wulstartige Erhöhungen. Verzeichnet man einen Schnitt durch eine der Rollen B und das Werkstück A nach der Linie xx der Fig. 342, so findet man (vergl. Fig. 344) dass die Ränder der Schnittfläche nur mit einem kleinen Teil der Rollenfläche in Berührung treten, also nur diese kleine Fläche zurückzudrängen ist; die Reibung wird ausserdem durch die rollende Bewegung der Schneidwerkzeuge gemindert, so dass leicht ist, auch dickwandige Kupfer-, Messing-, Schmiedeeisen- und sogar gewöhnliche Gusseisenröhren mit Hilfe derselben zu zerlegen.

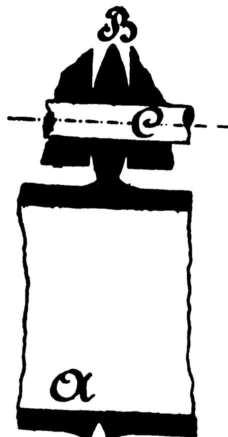


Fig. 343.

γ. Die Wirkung des Ziehens bei Schneidwerkzeugen.

Das Zerschneiden namentlich elastischweicher Stoffe gelingt erfahrungsgemäss leichter, wenn man die Schneidkante nicht allein gegen das Werk-

[1]) Wolstenholm, Z. d. V. d. I. 1866, S. 211 m. Abb.

stück im Sinne der Fig. 338 drückt, sondern sie gleichzeitig in ihrer Längenrichtung verschiebt, ihr eine ziehende Bewegung giebt. Zwei Dinge sind es, welche diese Thatsache herbeiführen. Die eine der Ursachen ist durch Hermann [1]) sehr hübsch, aber insofern nicht ganz richtig dargelegt, als die für das Trennen erforderliche Kraft P, (S. 373) unberücksichtigt geblieben ist. Auch Karmarsch erklärt den fraglichen Umstand in sehr verständlicher Weise [2]).

Der Seitendruck $p.t$, welchen die durch Fig. 345 im Querschnitt und in der Längenansicht so dargestellte Schneide, wie sie im Werkstück steckt, erfährt, wird dadurch, dass man das Schneidwerkzeug gleichzeitig in der Richtung mc und der winkelrecht zu ihr liegenden ma, also in der Richtung mb bewegt, nicht geändert; ebensowenig der entstehende Reibungswiderstand $f.p.t$. Der Einfluss derselben auf die Weiterbewegung des Schneidwerkzeuges dagegen ein wesentlich anderer.

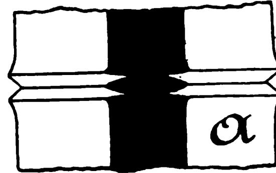


Fig. 344.

Senkt man das Werkstück in der Richtung mc ein, so widerstehen die Schnittflächen in der Bewegungsrichtung (S. 000) mit

$$P_2 = p.t.\sin\frac{\alpha}{2},$$

demnach in der Bewegungsrichtung mb mit $\pi_2 = p.t.\sin\frac{\eta}{2}$,

wenn η den Spitzenwinkel des Dreiecks bedeutet, welches durch Zerlegen des Schneidwerkzeuges nach der Linie mb entsteht. Dieses Dreieck hat zur Grundlinie die bei m gemessene Dicke der Schneide und zur Höhe die Linie mb, wenn die den Winkel α einschliessende Dreiecksspitze zu gleicher Grundlinie die Höhe mc besitzt. Es wird demnach η bezw. $\sin\frac{\eta}{2}$ kleiner als α bezw. $\sin\frac{\alpha}{2}$, sobald für das Einsenken der Schneide um mc nicht der Weg mc sondern der grössere mb zurückgelegt wird.

Der Reibungswiderstand wird statt

$$P_3 = f.p.t.\cos\frac{\alpha}{2} \text{ zu}$$

$$\pi_3 = f.p.t.\cos\frac{\eta}{2}.$$

Da jedoch schon $\frac{\alpha}{2}$ für alle hier in Frage kommenden Fälle klein ist, so ist der Unterschied des $\cos\frac{\alpha}{2}$ vom $\cos\frac{\eta}{2}$ nicht mehr fühlbar.

Die beiden Widerstände π_2 und π_3 liegen in der Bewegungsrichtung mb, der Trennungswiderstand P_1 in der Richtung mc, folglich stellt

[1]) Z. d. V. d. I. 1883, S. 13 m. Abb.
[2]) Polyt. Mitt. 1846, Bd. 3, S. 40.

die Linie *md*, Fig. 345 die Mittelkraft jener Einzelkräfte dar, die nennenswert kleiner ist als die Summe $P_1 + P_2 + P_3 = me$.

Würde nun lediglich der soeben erörterte Umstand die Begünstigung des Schneidens durch das Ziehen darstellen, so würde letzteres erst

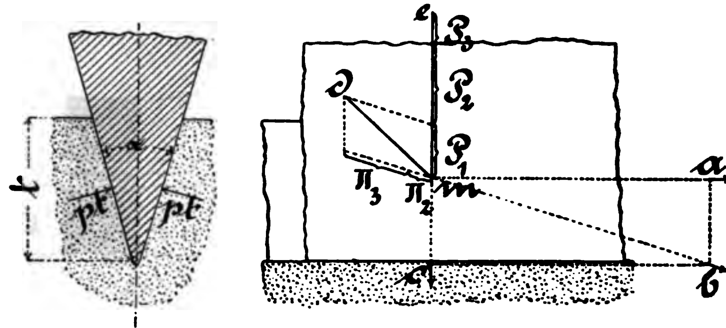


Fig. 345.

dann das Zerlegen erleichtern, nachdem die Schneide auf eine nennenswerte Tiefe *t* eingedrungen wäre. Es ist aber die Förderung des Schneidens durch Ziehen der Schneide auch für den Beginn des Eindringens derselben allgemein bekannt. Da alsdann nur die Schneidkante mit dem Werkstück in Berührung steht, so kann auch nur diese über die Veranlassung der betr. Erscheinung Auskunft geben.

Aus der Entstehungsart der Schneidkante durch Schleifen, welche auf S. 371 beschrieben wurde, folgt ohne weiteres, dass die letztere vor eingetretener Abnutzung von einer vielfach gebrochenen Linie begrenzt sein muss. Karmarsch hat, wie bereits S. 372 erwähnt wurde, durch unmittelbare Beobachtung die durch Abbröckeln des Grates entstandene zackige Begrenzung selbst bei best vorgerichteten Rasiermessern gefunden; ich füge hier nach der Quelle [1]) in Fig. 346 die Abbildung eines 0,41 mm langen Stückes einer Rasiermesserschneide an. Bei frisch gewetzten Sensen kann man denselben Verlauf der Schneidkante mit unbewaffnetem Auge erkennen. Sie lehrt uns, dass z. Z. nur einzelne Punkte der Schneid-

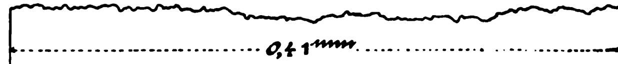


Fig. 346.

kante auf das zu Zerschneidende wirken, welchen die getroffenen Werkstückpunkte, auch bei weichen Stoffen, nicht zu weit ausweichen, da die Umgebung der letzteren sie stützt. Es tritt daher zunächst an diesen Punkten eine Trennung ein, ohne dass ein grösserer Kraftaufwand gefordert wird. Verlegt man hierauf die Zacken der Schneidkante durch

[1]) Polytechn. Mitt. 1845, Bd. 2, S. 20 m. Abb.

ehen der letzteren an andere Punkte, so erfolgt auch hier die Trennung, s. f. Vermöge dieses Umstandes verringert sich auch der Trennungslerstand P_1, Fig. 345, erheblich, wodurch zunächst das erste Einngen der Schneidkante erleichtert wird, aber auch später der durch l dargestellte Gesamtwiderstand kleiner ausfällt. Für elastisch weiche offe ist der in Rede stehende Umstand besonders deshalb wichtig, weil von der Schneidkante getroffenen Teile weniger geneigt sind, den zelnen Zacken derselben auszuweichen.

Allerdings tritt die besprochene Erscheinung nur auf, solange eine nenswerte Abnutzung, Glättung der Schneidkante, nicht stattgefunden hat. shalb wird das Rasiermesser vor jedesmaligem Gebrauch geschärft, der lachter führt seinen Wetzstahl, der Mäher seinen Wetzstein stets bei sich, nach kurzer Benutzung der Schneidkante ihr die in Rede stehende Gestalt dergeben zu können; bei Korkschneidemaschinen[1]) findet man Einrichgen, vermöge welcher das Wetzen der Schneidkante nach jedem Schnitt ttfindet und das berühmt gewordene „Jungens, wetzt eure Messer" eines tischen Admirals entsprang der Erfahrung, dass frisch gewetzte Messer zum ischschneiden besonders tauglich sind.

Die Unterbrechung der Schneidkante, welche im vorliegenden Sinne das sen der durch Fig. 346 dargestellten ausmacht, benutzt man indessen auch härteren Stoffen. Eine breite Schneide erfährt, für Metallbearbeitung anwendet einen so grossen Widerstand, dass bei Überwindung desselben die ltbarkeit des Werkstückes oder der das Werkzeug haltenden Teile in Frage mmt. Man mindert denselben deshalb wohl durch Anbringung von Lücken, er Zerlegung der Schneide in einzelne Teile[2]). Allerdings wird hierdurch ichzeitig die Erhitzung der Werkzeuge zu mindern gesucht.

Die ziehende Bewegung der Schneide findet man auch bei ckselmaschinen, Papierbeschneidemaschinen, Furnierhobelmaschinen, eischschneidemaschinen[3]) angewendet. Neuere Zuschneidemaschinen r Gewebe und Leder enthalten ein dünnes Stahlband, welches mit den den zusammengelötet und wie ein Treibriemen über zwei Rollen gelegt und mittels dieser in seiner Längenrichtung rasch verschoben wird, ährend man die zu zerlegenden Stoffe in hoher Schichtung gegen die it gewetzte Kante führt.

δ. Die Wirkung des Schmierens.

Durch Schmierung aneinander sich reibender Flächen wird die eibungswertziffer erheblich verkleinert, folglich durch Schmierung der chneidwerkzeuge der Gesammtwiderstand gegen deren Eindringen entprechend kleiner.

Das weiss der Mäher, welcher das Gras am liebsten nach einem Regen hneidet, wenigstens die Anfeuchtung desselben durch kräftigen Tau erwartet, em trägt der Barbier Rechnung durch Einseifen des Bartes, und Gummi in rösserer Dicke ist ohne Anfeuchtung des Messers nicht zu zerlegen.

---

[1]) D. p. J. 1836, **62**, 154 m. Abb.; 1865, **175**, 176 m. Abb.; 1881, **239**, 7 m. Abb.
Pr. Masch. Constr. 1876, S. 217.

[2]) Vergl. Muir's Fräser: D. p. J. 1882, **244**, 253 m. Abb.
Ehrhardt's Drehstähle: Z. d. V. d. I. 1887, S. 31 m. Abb.

[3]) D. p. J. 1870, **196**, 299 m. Abb.

Es sei schon hier erwähnt, dass das Schmieren oder Netzen der Metalldreh- und Bohrwerkzeuge, der Schleifsteine und Feilen andere als die vorliegenden Zwecke verfolgt (s. w. u.).

ε. Schneiden mittels Drahtes.

Eine Schneide, welche nur aus der Schneidkante besteht, findet auf beliebige Tiefe der Einsenkung unveränderten Widerstand. Wenn man unter dem Namen Trennungswiderstand, wie bisher geschehen, diejenigen Widerstände zusammenfasst, welche aus dem Druck unter der Schneide bezw. dem zum erstmaligen Ausweichen der Trennungsflächen erforderlichen und dem Reibungswiderstande während dieses Ausweichens besteht, so hat eine derartig gestaltete Schneide nur den Trennungswiderstand zu überwinden, gleichgültig, auf welche Tiefe sie eindringt. Fig. 347 versinnlicht den Vorgang, indem sie durch den punktiert gezeichneten keilförmigen Absatz der Schneidkante andeutet, welche Verschiebungen des Werkstückes erforderlich sein würden, wenn man die Absteifung der Schneidkante in gewöhnlicher Weise stattfinden liesse.

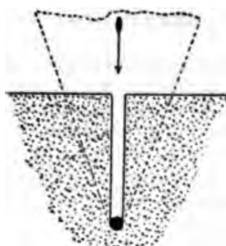


Fig. 347.

Hier ist die Absteifung durch Anspannung der fadenförmigen Schneidkante, des Schneiddrahtes bewirkt, welcher vielfach zum Zerlegen des Thones, der Seife und dergl. dient.

c. Abtrennen der Späne.

Das bisher erörterte einfache Durchschneiden liefert allgemein keine genauen Schnittflächen wegen des unvermeidlichen Verdrückens derselben seitens des Schneidwerkzeuges (Ausnahmen wurden schon erwähnt), es ist ferner nicht geeignet, grössere Schnittflächen zu bilden wegen der mit zunehmender Schnitttiefe sich steigernden Widerstände. Man ist daher, wenn es sich um genauere Gestaltung grösserer Schnittflächen handelt, zum Abheben einzelner Späne, die genügend nachgiebig sind um dem Werkzeug auszuweichen, zu greifen genötigt.

Fig. 348 möge zur Erläuterung des Vorganges beim Spanabheben dienen. Von dem Werkstück W soll eine Schicht von der Dicke δ abgeschnitten werden, zu welchem Zweck man das Werkzeug S im Sinne des Pfeiles II gleichlaufend zur Linie $d\,a\,e$ fortschiebt. Die Trennung erfolgt, wie schon früher (S. 373) erwähnt, an dem in der Bewegungsrichtung am meisten hervorragenden Punkte a der Schneide; der (in bezug auf die Figur) über a befindliche Stoff wird so verdrückt, dass er an der Brust der Schneide empor zu steigen vermag, der Span löst sich vermöge der stattfindenden Stauchung bei c von der Brust der Schneide und fliesst in gekrümmter Gestalt ab. Derjenige Teil des Werkstückes W, welcher unter a sich befindet, muss indessen auch eine Umgestaltung sich gefallen lassen, indem die Schneide um ihren Krümmungshalbmesser nach unten über die Trennungsfläche $a\,e$ hervorragt. Meistens ist diese Umgestaltung eine rein elastische, so dass die hinte

der Schneide entstehende Fläche *d b* mit dem Wege der Trennungsstelle zusammenfällt. Die Schneide erfährt demnach folgende Widerstände:

Zunächst den weiter oben (S. 380) näher bezeichnete Trennungswiderstand, der auch den Widerstand gegen das zeitweise Ausweichen der Trennungsfläche nach unten in sich schliesst; dann den Widerstand, welchen die Brust zu überwinden hat, indem sie den Span staucht und biegt; ferner den Reibungswiderstand zwischen emporsteigendem Span



Fig. 348.

und Werkzeugbrust, endlich den Reibungswiderstand an der unteren Seite der Schneide, soweit sie mit dem Werkstück in Berührung steht.

Was den erstgenannten Widerstand anbelangt, so ist derselbe — wenn von der Eigenart des zu bearbeitenden Stoffes abgesehen wird — abhängig von der Grösse des Krümmungshalbmessers ρ; er ist um so kleiner, je besser die Schneide geschärft ist, und wächst mit der Abnutzung der Schneidkante. Hat diese Abnutzung einen höheren Grad erreicht, so bezeichnet man die Schneide als stumpf geworden.

Der zweite der angeführten Widerstände, wie auch der dritte, mit ihm zusammenhängende wird, soweit die Gestalt der Schneide in Frage kommt, von dem Brustwinkel β beeinflusst. Je kleiner dieser Brustwinkel ist, um so leichter vermag der Span abzufliessen, um so weniger wird letzterer gestaucht und gebogen, um so geringer fällt der Druck auf die Brust und die dort auftretende Reibung aus.

Der zuletzt erwähnte Reibungswiderstand an der unteren Fläche der Schneide hängt zunächst von dem Abrundungshalbmesser ρ ab, weil die, durch das Niederdrücken der Schnittfläche entstehende Spannung naturgemäss mit dem Grade dieses Niederdrückens wächst. Demnächst aber wird die Grösse dieses Reibungswiderstandes durch die Länge der Fläche *ab* beeinflusst, längs welcher die Reibung stattfindet. Diese Länge wird aber bestimmt durch den Krümmungshalbmesser ρ und die Grösse des Ansatzwinkels i. Macht man z. B. $i = o$, wie in manchen Fällen geschieht, so findet die betreffende Reibung auf der ganzen Länge der Werkzeug-Unterfläche statt; hat aber i, wie in der Figur angenommen einige Grösse, so wird der Schnittfläche bald gestattet, in ihre natürliche Lage empor zu steigen, die Reibungsflächenlänge *b a* verhältnismässig klein.

An den Querschnitt und die Lage der Schneide S werden daher, wenn das Abtrennen des Spanes möglichst wenig Kraft beanspruchen soll, die Anforderungen gestellt: möglichst gute Schärfung bezw. kleiner Abrundungshalbmesser, möglichst kleiner Brustwinkel β und möglichst grosser Ansatzwinkel i.

Der ersten Forderung sucht man durch häufiges Schärfen oder Schleifen der Schneide und dadurch zu genügen, dass man dieselbe aus einem Stoff verfertigt, welcher der Abnutzung möglichst wenig unterworfen ist (gehärteter Stahl, harte Steine bis zum Diamant).

Den letztgenannten beiden Forderungen stellen sich andere entgegen.

Zunächst kommt die Standhaftigkeit des Werkzeuges in Frage; es darf unter der Wucht der widerstehenden Kräfte nicht brechen. Wenn man nun bedenkt, dass der in die Bewegungsrichtung fallende Gesamtwiderstand (bei Bearbeitung der Metalle) 2 bis 8 mal so gross ist, als die Festigkeit des Spanquerschnittes vor seiner Ablösung, so übersieht man leicht, dass der Schneidwinkel α nicht unter ein bestimmtes durch die Erfahrung festzustellendes Mass sinken darf, solange das Werkzeug mit einiger Sicherheit gegen Zertrümmerung geschützt sein soll[1].

α und i bilden aber zusammen den Brustwinkel β. Man wird also, nachdem α gegeben ist, festzustellen haben, ob ein grosses i, obgleich dasselbe auch β vergrössert, sich empfiehlt oder nicht.

Das reizt zu einer rechnungsmässigen Behandlung, welche indessen wenig Aussicht auf befriedigende Antwort bietet, da alle nötigen Wertziffern fehlen. Glücklicherweise tritt ein anderer Umstand mit solchem Gewicht auf, dass bei den Schneidwerkzeugen für Metalle die Grösse des Ansatzwinkels von ihm allein abhängig gemacht werden muss; bei weicheren Stoffen spielt die Grösse des Ansatzwinkels eine geringere Rolle, auch darf der Schneidwinkel α kleiner genommen werden, so dass für sie eine umständliche Untersuchung kaum Wert hat.

Der erwähnte Umstand liegt in der, das Haken genannten Erscheinung.

---

[1]) Gebräuchliche Schneidwinkel α sind:

Drehwerkzeuge für Hartguss	70°	bis	90°
Dreh- und Hobelstähle für Stahl, Eisen und Messing	45°	„	60°
Kreuzmeissel für Metalle	45°	„	72°
Flachmeissel für Metalle	40°	„	60°
Schrotmeissel	36°	„	50°
Abschrot	50°	„	60°
Sehr zarte Meissel für Metalle	17°	„	22°
Lochbeitel, Geissfüsse, Viereisen, Hohleisen	23°	„	30°
Stechbeitel	16°	„	29°
Grabstichel	49°	„	53°
Schneidmodellklingen	38°	„	40°
Messer für Tischler u. s. w.	18°	„	32°
Messer für Papier- u. Papparbeiter	12°	„	30°
Tischmesser	14°	„	25°
Federmesser, Rasiermesser	12°	„	20°
Ledermesser, Messer der Tabaks- u. Häckselschneidladen	9°	„	14°

Gehört die Schneide einem Hand- oder Kaltmeissel an, welcher rch Hammerschläge vorwärts getrieben wird, so neigt der Arbeiter s Werkzeug in der Weise, dass die Summe der Widerstände in die ingenachse des Werkzeugs, oder der Schlag des Hammers in die chtung des Pfeiles I, Fig. 348 fällt, weil andernfalls die linke, den eissel haltende Hand schmerzhafte Erschütterungen erfährt. Zu gleicher it beachtet er, dass das Fortschreiten der Schneide in vorgeschriebener chtung II stattfindet, zu welchem Zweck der Neigung der Schneide, ch unten abzuweichen durch Verkleinern, dem Abweichen nach oben rch Vergrösserung des Ansatzwinkels i entgegengetreten wird.

Der Neigungswinkel der Kraft $\left(\text{hier } i+\frac{\alpha}{2}\right)$ hängt nun von zahl-ichen Umständen ab, welche ihrer Veränderlichkeit halber nicht so in chnung zu stellen sind, um die Grösse dieses Neigungswinkels von rnherein genau zu bestimmen. Werkzeugmaschinen aber bedingen eine ste Lage der Schneide gegenüber der Schneidrichtung; sie gestatten, it seltenen Ausnahmen nicht während der Arbeit den Neigungswinkel s Werkzeuges zu ändern. Würde man nun einen mittleren Neigungs-inkel annehmen, so würde bei Zunahme der Spandicke δ der Druck f die Brust der Schneide steigen, und wenn gleichzeitig die Schärfe r Schneide in besonders gutem Zustande sich befände, der Druck auf e Rückseite der Schneide geringer ausfallen als bei mittleren Verhält-ssen. Die Richtung der aus den Widerständen entstehenden Mittelkraft ürde sonach mit der Bewegungsrichtung einen kleineren als den mitt-ren Winkel einschliessen, die Schneide etwas nach unten gebogen werden. adurch würde aber die Spandicke δ vergrössert, die Ursache der Biegung erstärkt, die letztere selbst grösser u. s. w., genug das Endergebnis sein, ass entweder das Werkzeug oder andere in Frage kommende Teile zer-rächen. (Bei dem lehrreichen Metalldrehen mittels Handstahles, elches leider nur noch selten getrieben wird, lässt sich dieser Vorgang ehr gut verfolgen.) Weichen dagegen die zeitigen von den angenom-enen Umständen dahin ab, dass die Summe der widerstehenden Kräfte it der Bewegungsrichtung einen grösseren als den Anstell-Winkel ein-chliesst, so wird die Schneide nach oben gebogen, die Schnittfläche etwas nregelmässig, aber ein eigentlicher Unfall vermieden. Deshalb wählt an die Lage des Werkzeuges zu der Schnittrichtung so, dass jedenfalls er Haken genannte Vorgang vermieden wird, und demgemäss der An-tzwinkel i für Metallbearbeitungsmaschinen im allgemeinen höchstens a 4°, meistens aber kleiner, damit der Druck auf die Hinterfläche der chneide niemals zu gering ausfällt [1]).

Bei der w. o. erwähnten freihändigen Führung des Meissels, welche ie Grösse des Ansatzwinkels i benutzt, um die Abtrennung des Spanes ngs der vorgeschriebenen Linie $d\,b\,a\,e$ auszuführen, wird ein zu starker pan abgeschnitten, wenn der Ansatzwinkel nur ein wenig zu gross ge-

[1]) Vergl. über Schneid- und Ansatzwinkel: Joessel, D. p. J. 1865, **176**, 431.

wählt ist, es findet gewissermassen ein Haken im kleinen statt, weil mit der Zunahme der Spandicke, bezw. des auf die Brust der Schneide wirkenden Widerstandes angesichts des spitzen Brustwinkels die Schneide nur noch weiter von der richtigen Bahn abgelenkt wird. Das verhindert man bei freihändig auszuführenden Vollendungsarbeiten nicht selten durch Anwendnng eines stumpfen Brustwinkels β, Fig. 349. Derselbe ist allerdings der Schneidwirkung hinderlich, man nennt auch den Vorgang nicht mehr Schneiden, sondern Schaben; da es sich aber nur um das Abheben eines letzten Restes des zu beseitigenden Metalles handelt, so lässt man sich den fraglichen Mangel zu gunsten der Sicherheit gegen zu tiefes Eindringen gefallen.

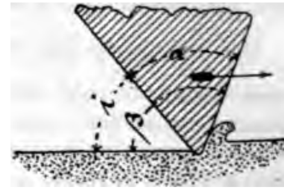


Fig. 349.

Nur in einigen Fällen ist die Schneidkante so lang, dass sie einen über die ganze Breite des Werkstückes sich erstreckenden Span abzuheben im stande ist; in der Regel sind mehrere vor dem Ablösen nebeneinander liegende Späne nacheinander zu bilden. Dann muss jeder Span nicht allein längs einer seiner breiten, sondern auch längs einer seiner schmalen Seiten (wenn der Spanquerschnitt eine längliche Gestalt hat) abgetrennt werden. Zu dem Ende wird die Schneidkante gekrümmt (vergl. Fig. 350, *A* bezeichnet, wie in den folgenden beiden Figuren das Werkzeug, *W* das Werkstück) oder winkelförmig gestaltet (Fig. 351 u. 352). Wegen der notwendigen Verbiegung macht man den Querschnitt womöglich flach und legt die Nebenschneide unter einem stumpfen Winkel gegen die Haupt-Schneide. Bei den, durch Fig. 350 u. 352 dargestellten Art der Spanfolge wird die entstehende Fläche meistens nicht genügend glatt; sie dient hauptsächlich zur Be-

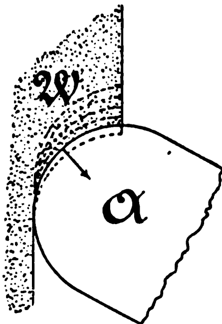


Fig. 350.

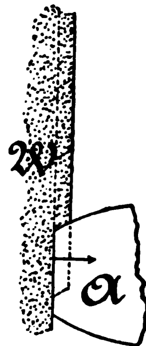


Fig. 351.



Fig. 352.

arbeitung im Graben, zum Schruppen. Für das Schlichten ist vorteilhafter die längere Schneidkante längs der zu bildenden Fläche zu legen.

Drei zusammengelegte, gleichzeitig wirkende Schneiden erschweren zunächst den Spanabfluss in erheblichem Masse, namentlich, wenn jede

… rechten Winkel einschliesst, also
…58 gleicht. Der Span ver-
…weichen; sie wird daher
…tung der beiden Neben-
…Aber auch die Reibung
…en Furche ist erheblich,
Ansatzwinkeln versehen
… man die Hauptschneide
…er zurückliegenden Werk-
…ten muss, beträgt (vergl.

… erforderliche Arbeit, welche
…d führt zur Erwärmung der
…iedeisen,
…le, bezw.
…s die ent-
…änger auf
…gusseiserne



Fig. 358.

…m einerseits eine zu grosse Er-
…sselbe an Härte verlieren würde,
die gewünschte Leistung dauernd
…h zu kühlen. Zu dem Ende lässt
…opfen, ja einen Wasserstrom über
auch Seifenwasser (wohl um das
…inöl, Erdöl u. s. w. Letztere beiden
…den Zweck besonders geeignet, indem
…sten. Es ist auch vorgeschlagen, die
nach zu durchbohren und das Kühl-
…urchfliessen zu lassen, bevor dasselbe
Die vielfach verbreitete Anschauung,
…en die Schneide geschmiert und dadurch
…ndert werde, ist eine irrtümliche, da die
…e wirklich an die betr. Stelle gelangen,

…n indessen die Schmierung des Rückens Be-

…ung der Einspannvorrichtung für das Werk-
…mmen, dass die Wärme bequemen Abfluss
… breite Werkzeuge (durch Ausklinkungen der
…erhaupt statt einer langen Schneide mehrere
…de an, um die Häufung der Wärme an einer
… S. 379). Durch derartige Mittel wird möglich,
…e Schnitt- oder Arbeitsgeschwindigkeiten

…6, S. 558.
…tralbl. 1873, S. 303 m. Abb.
… V. d. I. 1884, S. 951.

ohne Schädigüng der Werkzeuge zu überschreiten, für Schmiedeisen sie bis zu 250 *mm* zu steigern.

Die Spandicken schwanken bei der Metallbearbeitung im allgemeinen zwischen 0,05 *mm* und 2 *mm*, sind bei den Bohrern am kleinsten, etwas stärker bei den Fräsmaschinen und am grössten bei den übrigen Maschinen; die Spanbreiten bewegen sich innerhalb weit grösserer Grenzen.

Weichere Stoffe, insbesondere das Holz, bieten geringere Widerstände, so dass die betreffenden Schnittgeschwindigkeiten und Spandicken weniger durch die eintretende Erwärmung, als durch andere Umstände bestimmt werden.

d. Werkzeuge.

Angesichts der Fülle an Werkzeugformen kann hier nur eine Übersicht derselben unter Hervorhebung solcher Umstände gegeben werden, welche aus der Natur der Arbeitsvorgänge und aus allgemeinen Eigenschaften der Stoffe erwachsen. Es seien die Werkzeuge nach der Art ihrer Führung gegenüber den Werkstücken geordnet.

α. Freihändig geführte Werkzeuge.

Äxte und Beile. Sie dienen zur rohesten Bearbeitung des Holzes und werden mit Hilfe ihres mehr oder weniger langen Stieles oder Helmes freihändig geschwungen. Zwischen der Axt und dem Beil besteht der Unterschied, dass erstere zweiseitig, letzteres einseitig zugeschliffen ist.

Die gewöhnliche Zimmermannsaxt stellt das Schaubild Fig. 354 dar. Die Schneidkante derselben ist dem Stiel gleich gerichtet und die Mittelebene der Schneide geht durch den Stiel und zerlegt das Werkzeug in zwei gleichgestaltete Hälften. Das entspricht dem Gebrauchszweck der Axt. Um recht dicke

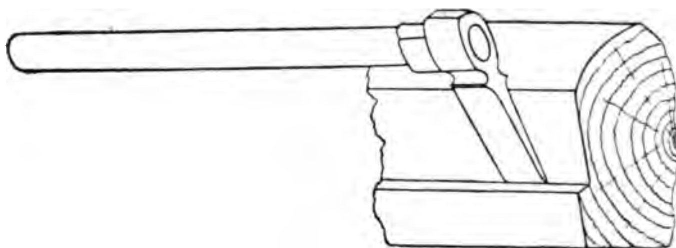


Fig. 354.

Späne, teilweise durch Abspalten, von dem rohen Baumstamm ablösen zu können, ohne befürchten zu müssen, dass die Spaltung über die vorgeschriebene zu bildende Ebene hinaus sich erstreckt, bringt man quertrennende Kerben an, bei deren Herstellung der Arbeiter abwechselnd linksseitig und rechtsseitig Späne abzulösen hat. Beide Seiten des Werkzeuges müssen demnach gleichartig sein. Diese zweiseitige Zuschärfung bedingt aber zur Ausbildung der herzustellenden ebenen Fläche eine ähnlich geneigte Lage, wie der weiter oben besprochene freihändig geführte Metallmeissel, was in vorliegendem Falle unmöglich macht, eine einigermassen genaue Ebene herzustellen. Das Breitbeil, oder Dünnbeil, Fig. 355, hat eine günstigere Lage gegenüber der herzustellenden Ebene; seine Schneide ist länger als diejenige der Axt, weil es nur dünne Späne abschneiden soll, und bildet daher weniger Absätze am Werkstück. U aber der Hand, bezw. den Fingern des Arbeiters auch dann den nötigen Raum

iern, wenn das Beil längs einer grösseren Fläche gebraucht wird, ist sein el gegenüber der Schneidkante erheblich gekrümmt. Das Handbeil (Fig. 356) Tischler, Böttcher und Wagner unterscheidet sich durch seine geringeren messungen vom Breitbeil; es wird mittels einer Hand geschwungen, während andere Hand das Werkstück festhält.

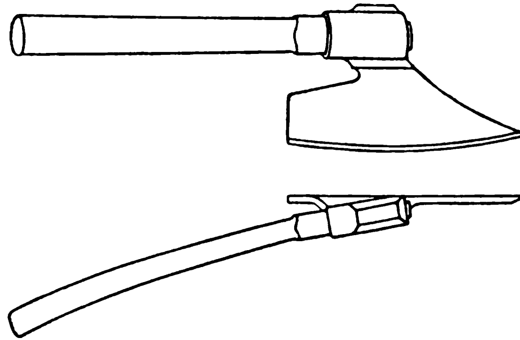


Fig. 355.

Der Dächsel (Fig. 357) gehört zu den Beilen. Sein Name dürfte von r Krümmung des Werkzeuges herrühren, welche an diejenige der Dachshund-ine erinnert. Er dient zur Bearbeitung grosser Flächen (Fussböden, Schiffs-ände u. dergl.), aber auch zur Herstellung muldenförmiger Flächen, die natür-ch eine entsprechende Krümmung der Schneide bedingen.

Die beschriebenen Werkzeuge benutzt man auch als Hämmer, weshalb e mit kräftigen Rücken versehen sind.

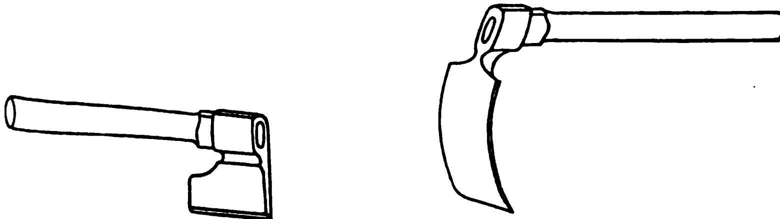


Fig. 356. Fig. 357.

Die Queraxt, Fig. 358, dient dem Zimmermann zur Herstellung der apfenlöcher. Sie hat zu dem Zweck eine Schneide, welche quer zum Stiel iegt, etwas schmaler ist, als die Breite des herzustellenden Loches beträgt, aber, m zu starkes Klemmen im Werkstück zu vermeiden (S. 385) eine grössere reite besitzt, als irgend ein Teil des Werkzeuges zwischen dieser Schneide und em Stiel. Die mit Hilfe der Schneide abgelösten Späne klemmen sich im apfenloch und können nur mit einiger Gewalt aus demselben entfernt werden. eshalb ist der die Querschneide tragende Arm in der Ebene des Gesamtwerk-ugs so kräftig gehalten, dass man ihn als Hebel benutzen kann. Die Quer-t besitzt eine zweite Schneide, welche dem Stiel gleichlaufend liegt. Sie ent vorwiegend zur Vollendung der Längswände des Zapfenloches und ist, n linksseitig wie rechtsseitig verwendet werden zu können, zweiseitig zu-schliffen.

Das Anschlageisen des Schlossers, welches ähnlichen Zwecken wie die eraxt dient, hat ebenfalls (Fig. 359) eine Schneide, welche quer zum Stiel, e zweite, welche gleichlaufend mit dem Stiel ist. Nur unterscheidet sich

dieses Werkzeug dadurch von der Queraxt, dass es nicht frei geschwung sondern aufgesetzt und dann mit dem Hammer eingeschlagen wird, was andere gegenseitige Lage der beiden Schneiden bedingt.

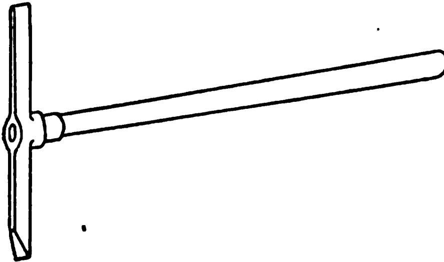


Fig. 358.

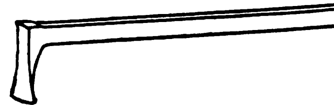


Fig. 359.

Der Tischler und zuweilen auch der Zimmermann trennt den Lochbei (Fig. 360) von dem Stechbeitel (Fig. 361): ersterer dient zum Quertrem der Holzfasern und ist dementsprechend kräftiger gestaltet, letzterer (im wese lichen) zum Glätten der Seitenflächen des Loches.

Auch der Metallarbeiter besitzt das Werkzeugpaar im Flachmeis (Fig. 362) und Kreuzmeissel (Fig. 363).



Fig. 360.

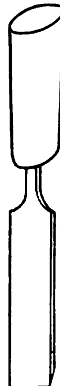


Fig. 361.



Fig. 362.



Fig. 363.

Zur Ausbildung nicht rechteckiger Höhlungen dienen dem Lochbeitel bez Stechbeitel ähnliche Werkzeuge mit anders gestalteten, insbesondere gekrümmt Schneiden; letztere heissen Hohleisen.

Zartere Arbeiten werden mittels der Grabstichel ausgeführt, welc meistens durch den Druck der Hand, selten durch Hammerschläge fortgeschob werden. Sie sind demgemäss zierlicher gestaltet, als Stech- und Lochbeitel, i Stiele sind der Zukömmlichkeit halber häufig gebogen oder gekröpft, i Schneiden mannigfach gestaltet, oft lediglich durch Abschrägung eines st förmigen Stahles gebildet.

Das Ziehmesser der Böttcher und Wagner (Fig. 364) zeichnet sich den bisher angeführten Handwerkzeugen durch seine Lenkbarkeit aus. I beiden Holzgriffe sind gleichlaufend mit der Bewegungsrichtung des Werkzeu

l dienen so als wirksame Hebel zur Erzwingung seines Neigungswinkels ;enüber dem Werkstück.

Auch die (S. 384) erwähnten Schaber sind hier anzuführen.

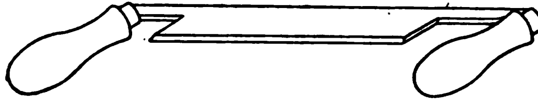


Fig. 364.

β. Werkzeuge, welche unter Beihilfe des Werkstückes . führt werden.

In einigem Grade gehören auch mehrere der unter α aufgeführten Werkıge hierher, insofern, als deren Führung durch den unter der Schneide auftenden Druck, den man mittels des Ansatzwinkels regelt, unterstützt wird; merhin ist eine derartige Führung eine geringfügige gegenüber der weiter besprechenden.

Versieht man die Klinge des Ziehmessers mit einem Klotz oder asten *B*, welcher mit *k* [1]), Fig. 365, fest verbunden ist, so ist die icke des vom Werkstück *A* abzulösenden Spanes *s* durch den Abstand ɪr Schneidkante von der Sohle des astens *B* begrenzt. Man kann ünnere, aber nicht dickere Späne blösen, als der fragliche Abstand eträgt.

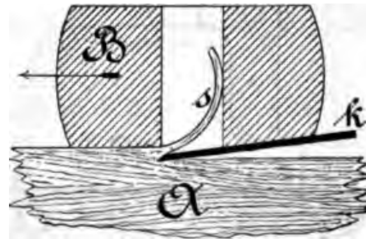


Fig. 365.

Hiervon wird Gebrauch gemacht, 'enn es sich um Herstellung von pänen handelt, die als solche geraucht werden sollen. Die Späne ür Geflechte, für Schachteln, die päne der Bohnen, Gurken, des Kohles, ie Rübenschnitzel u. s. w. werden unter Benutzung der vorliegenden ınordnung gewonnen, und zwar teils, indem man sie als Handwerkszeug 'erwendet, teils in ihrer Anfügung an Maschinen [2]).

Die durch *B*, Fig. 365, gebotene Führung hat insbesondere Wert ür die Bearbeitung des Holzes in seiner Längenrichtung.

Wenn die Fasern desselben in der Schneidrichtung einfallen, das

---

[1]) Die Klinge *k* ist durch den Zeichner leider verkehrt gelegt.

[2]) Farbholzmühlen: Publ. industr. 1883/84, Bd. 29, S. 345 m. Abb. D. p. J. 1884, **253**, 267 m. Abb.; Z. d. V. d. I. 1886, S. 400 m. Abb.
Rübenhobel: D. p. J. 1838, **69**, 144 m. Abb.
Schnitzelmasch.: D. p. J. 1881, **239**, 463 m. Abb. (Seife).
Für Rüben: Prakt. Masch. Constr. 1885, S. 313 m. Abb.; D. R. P. o. 20688; D. p. J. 1883, **250**, 20 m. Abb.; 1881, **239**, 372 m. Abb.; 1885, **255**, 13 m. Abb.; 1876, **220**, 550 m. Abb.; Z. d. V. d. I. 1886, S. 401 m. Abb.
Für Cichorie: D. R. P. No. 27653.
Für Mandeln: D. p. J. 1882, **245**, 93 m. Abb.
Holzspanmasch.: Journal für Fabrik. Manuf. u. Handel, Leipzig 1794, l. VII, S. 301 m. Abb.; Krünitz, Encyklopädie, Bd. 117, S. 329 m. Abb.; hrb. d. Wiener polyt. Instit. 1819, Bd. I, S. 427; 1822, Bd. III, S. 309 m. Abb.; p. J. 1869, **192**, 17 m. Abb.; 1870, **197**, 207 m. Abb.; 1880, **237**, 256 m. Abb.

Holz in dieser Richtung etwas überspänig ist, so ist die Schneide geneigt, der Faserrichtung zu folgen, also zu tief einzudringen. Die Lenkbarkeit des gewöhnlichen Ziehmessers gestattet zwar derartiges zu verhindern; es tritt aber leicht infolge des angewendeten kraftvoll nach oben gerichteten Druckes das Spalten ein. Das hindert die Sohle von *B*, solange der Einfallwinkel der Fasern nicht zu steil ist.

Bei dem Hobel, Fig. 366, tritt noch ein weiterer Umstand hinzu, welcher das Spalten, Einreissen des Holzes erschwert. Die platte Stahlklinge, welche unten in die Schneide ausläuft, das Eisen *e* ist in dem Hobelkasten *B* mittels des Keiles *k* befestigt, und hat 40 bis 45° Neigung gegenüber der Hobelsohle. Es muss daher der Span im Augenblicke seiner Bildung eine starke Biegung erleiden (die Stauchung, welche

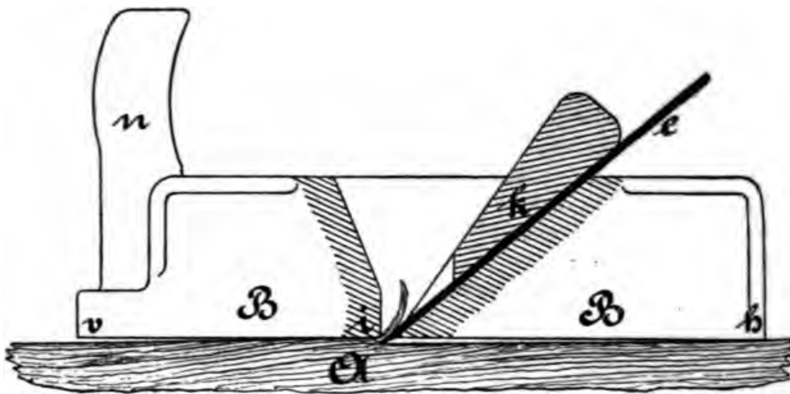


Fig. 366.

bei grösserem Brustwinkel und gleichartigem Stoffe eintritt, kommt hier nicht in Frage), vermöge welcher er knickt und dadurch unfähig wird die Spaltung herbeizuführen. Es ist nun leicht zu übersehen, dass diese Wirkung um so weniger zu erwarten ist, je weiter die Kante des Loches, durch welche der Span zu schlüpfen hat, von der Schneidkante des Hobelmessers entfernt liegt; diese Entfernung soll daher so klein als möglich sein, weshalb man den betreffenden Sohlenteil zuweilen einstellbar macht.

Angesichts dieser Bedeutung der Hobelsohle, soweit sie unmittelbar vor der Schneide liegt, erscheint der Vorschlag, den Hobel auf Rollen zu führen,[1]) geradezu wunderbar.

Man erreicht das Knicken, ja Brechen des Spanes noch vollkommener, wenn man auf das eigentliche Hobeleisen *e*, Fig. 367, einen Deckel oder eine Klappe *b* spannt, deren unterer Rand nur um die Spandicke von der Schneidkante zurückspringt; der Span wird sodann im rechten Winkel, ja zuweilen noch schärfer gebogen. Ein mit der Klappe *b* aus-

[1]) D. p. J. 1860, **155**, 252 m. Abb.; 1861, **159**, 418.

gerüstetes Hobeleisen *e* heisst Doppeleisen, und der mit solchem Eisen versehene Hobel (unrichtig) Doppelhobel.

Eigenartig wird der für Anordnung des Doppeleisens massgebende Gedanke bei der Ziehklinge ohne Hinzufügung einer vor der Schnittstelle drückenden Sohle benutzt. Die Ziehklinge besteht aus einem 1 bis 2 *mm* dickem Stahlblech *B*, Fig. 368, dessen schmale Begrenzungen genau gerade geschliffen werden, um gute, scharfe Kanten zu erhalten, worauf die Kanten mittels eines glatten Stahles in denjenigen Querschnitt

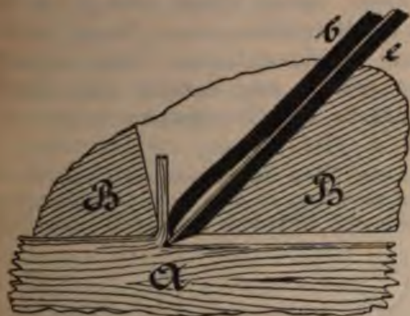


Fig. 367.



Fig. 368.

gedrückt werden, welchen die Figur erkennen lässt. Der entstandene niedrige Grat lässt, in Verbindung mit der Lage des Werkzeuges *B* gegenüber dem Werkstück *A*, ein tiefes Eindringen nicht zu, erzeugt also sehr dünne Späne und knickt dieselben während ihres Entstehens scharf, hierdurch jedes Einreissen verhindernd.

Man benutzt die Ziehklinge zum Abziehen, d. h. Feinen der gehobelten oder durch andere Werkzeuge im wesentlichen fertigen Holzoberfläche entweder freihändig, oder indem man sie in einen Hobelkasten spannt, oder endlich in besonderen Abziehmaschinen[1]).

Zurückkehrend zu dem durch Fig. 366 dargestellten Holzhobel sei zunächst darauf hingewiesen, dass die Hobelsohle — sofern das Werkstück *A* im wesentlichen eben ist — ausser bei *i*, d. h. unmittelbar vor der wirksamen Schneidkante entweder mit ihrem hinteren Ende *h* oder dem vorderen Ende *v* an dem Werkstück liegt. Man benutzt regelmässig das hintere Ende *h* der Hobelsohle zur Führung, so dass diese Führung im allgemeinen mit der Länge *i* — *h* zunimmt. Nur bei dem Ansetzen des Hobels, wenn also die ganze rechte Seite desselben noch nicht über dem Werkstück sich befindet, dient *i* — *v* zur Führung. Bei neueren Hobeln pflegt daher die Länge *i* — *h* erheblich grösser, oft doppelt so gross zu sein als die Länge *i* — *v*.

Man unterscheidet nun zunächst Schrubbhobel, deren Schneide schmal und stark, Schlichthobel, deren geradlinige Schneide nur an den Enden ein wenig gekrümmt ist, und Doppelhobel, welche dem Schlichthobel gleichen, aber mit Doppeleisen ausgerüstet sind. Die Länge *i* — *h* dieser Hobel

---

[1]) Z. d. V. d. I. 1885, S. 776 m. Abb.

(vergl. Fig. 366) beträgt höchstens 17 *cm*. Für genauere Arbeiten wird diese Länge $i - h$ auf 35 bis 50 *cm* vergrössert und der betr. Hobel dann Rauhbank genannt. Die Rauhbank wird zuweilen von zwei Arbeitern bewegt. Die Stoss- bezw. Reifbank der Böttcher hat bis 3 *m* ganze Länge und unterscheidet sich noch dadurch von den vorher genannten Hobeln, dass sie mit der Sohle nach oben festgelegt wird, um das Werkstück über sie hinweg zu schieben.

Die hintere und vordere Kastenhälfte der besprochenen Hobel sind miteinander durch zwei Wände in Verbindung geblieben, welche das Loch, aus dem die Späne hervorquellen, begrenzen; die Gesamtbreite des Hobelkastens ist um die Dicken dieser beiden Wände grösser als die Länge der Schneide. Das hindert die Bearbeitung einer Fläche, welche an einer Seite von einer winkelrecht zu ihr stehenden Fläche begrenzt wird. Zum Hobeln solcher Falze benutzt man deshalb einen Hobel, dessen Schneide bis an die Aussenfläche des Hobelkastens reicht, den sogenannten Simshobel, Fig. 369 u. 370.

Das Eisen *e* desselben hat nur in der Nähe der Schneide die volle Breite des Hobelkastens, ist aber weiter oben schmaler, so dass nach Durchbrechung des die Vorder- und Hintersohle verbindenden Mittelteils des Hobelkastens links

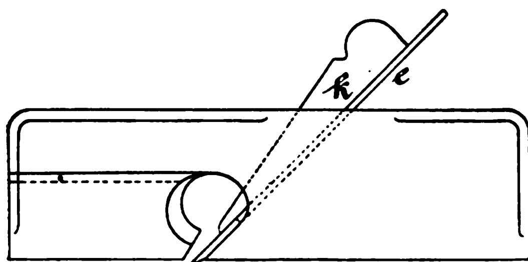


Fig. 369.



Fig. 370.

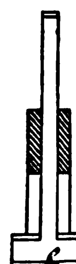


Fig. 371.

und rechts vom Eisen *e*, bezw. dem es festhaltenden Keiles *k* Holz genug übrig bleibt, um das Ganze zusammenzuhalten. Zuweilen wird (vergl. Fig. 371) der obere Hobelkastenteil auch dünner gemacht, als die Breite des Eisens *e*, so dass selbst neben hohen Wänden die Finger des Arbeiters genügenden Raum zum Anfassen des Hobels finden. Legt sich eine Erhöhung quer vor die Hobelrichtung, so muss ein Teil der betr. Fläche, deren Länge gleich der Länge der vorderen Hobelsohle ist, unbearbeitet bleiben. Man macht aus diesem Grunde die vordere Hobelsohle zuweilen sehr kurz, oder richtet die vordere Hobelsohle wegnehmbar ein (vergl. Fig. 369).

Für Flächen, welche in der Hobelrichtung geradlinig, quer gegen dieselbe, aber hohl oder gewölbt sind, benutzt man Hobel, deren Sohle dementsprechend gewölbt (Kehlhobel) bezw. hohl (Stabhobel) sind, und ist die zu bearbeitende Fläche in der Hobelrichtung hohl oder gewölbt, so wird die Hobelsohle in gleicher Richtung gewölbt (Schiffchenhobel) bezw. hohl (Rundhobel) gemacht. Man hat derartige Hobel mit biegsamer, einstellbarer Sohle versehen, um sie der im einzelnen Falle verlangten Krümmung anschwingen zu können.

Es giebt auch Hobel mit doppelt gekrümmter Sohle.

Die Sims-, Kehl- und Stabhobel erfordern zur Herstellung genau

niger Gestalten ziemliche Geschicklichkeit des Arbeiters. Bequemer Führung, wenn man die Hobelsohle mit einer hervorragenden einem Backen *b*, Fig. 372, versieht, welcher während der Arbeit er geraden Kante des Werkstückes *A* gleitet.

ig. 372 stellt insbesondere die Endansicht eines **Grathobels**, d. h. eines dar, der zur Ausbildung einer Nut keilförmigen Querschnittes dient. it die Schneide des Hobeleisens statt eines spitzen, einen rechten oder n Winkel mit der Ebene des Backens ein, so nennt man den Hobel eine ank.

iese Hobel mit Backen, wie auch der weiter oben erwähnte Sims- werden nun sowohl in der Faserrichtung als quer gegen die letztere benutzt. Liegt als- wie sonst allgemein gebräuchlich, die Schneide recht zur Hobelrichtung, so hat nicht selten serbündel die ganze Wucht des Schneiden- s auszuhalten und löst sich infolgedessen aus erbande der Nachbarbündel, eine unregel- e Vertiefung bildend. Das verhütet man durch legung der Schneide *e* (Fig. 373), so dass hneidendruck sich auf mehrere Faserbündel t, jedes einzelne derselben also nur mässig pruch nehmend. Die Quertrennung der Fasern t nicht sonderlich durch die Seitenkante des isens; man lässt deshalb ein **Verschneid-** r *m*, welches in geeigneter Weise am Hobel- befestigt ist, dem Eisen *e* vorangehen und ertrennung besorgen.

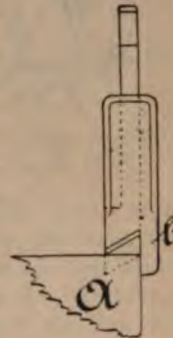


Fig. 372.

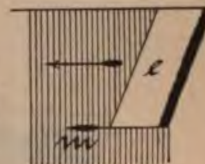


Fig. 373.

m mit einem und demselben Grathobel oder einer nk verschiedene Breiten bearbeiten zu können, ler Führungsbacken einstellbar gemacht; auch sich nicht selten eine einstellbare Hilfssohle, durch man die Tiefe, auf welche gehobelt werden soll, t.

ls Beispiel des **Nut- und Federhobels** diene ch Fig. 374, 375 und 376 dargestellte amerikanische. ig. 374 ist eine Längenansicht des Hobels, Fig. 375 eine Endansicht en bei seiner Benutzung zum Hobeln der **Nuten**. Das Hobeleisen *e*, Schneidenbreite der gewünschten Nutbreite gleich ist, wird von dem ernen Hobelkasten *a* und der eigentlichen Hobelsohle *s* einerseits, von lage *c*, welche die Schraube *d* andrückt, andererseits festgehalten. Es gentlich bemerkt, dass auch bei anderen neueren Hobeln, nach amerika- Vorbildern, der Kasten aus Eisen gebildet und das Eisen mittels Schrauben alten wird. Bei dem vorliegendem Hobel sichert man das Eisen gegen itliche Verschiebung durch eine Furche im Rücken des Eisens, welche hweinsrückenartige Kante der hinteren Hobelsohle *s* umgreift. Der Ab- der zu bildenden Nut von einer geraden Kante des Werkstückes *w* wird den Backen *b* festgelegt. Derselbe ist an zwei im Hobelkasten festen *g* verschiebbar und festklemmbar, so dass er für verschiedene Abstände n Nut und Werkstückkante eingestellt werden kann. Die Tiefe der gelt die einstellbare kurze Sohle *f*.

urch Auswechslung des einfachen Nuteisens gegen ein gegabeltes Eisen *e*, 6, wird der Hobel zu einem **Federhobel**, d. h. einem solchen, welcher n Werkstück *w* einen schmalen Holzstreifen stehen lässt, während links

und rechts von diesem Falze gebildet werden. Auch hier dient die einstell Sohle *f* zur Regelung der Höhe der Feder und der Schweinsrücken an Sohle *s*, welcher in eine Furche des Eisens *e* greift, zur Sicherung der Lage Hobeleisens *e*.

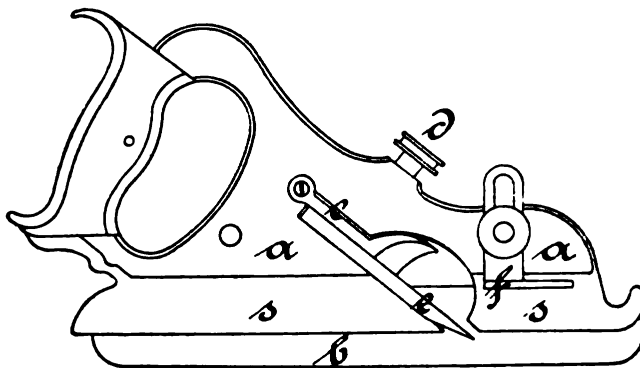


Fig. 374.

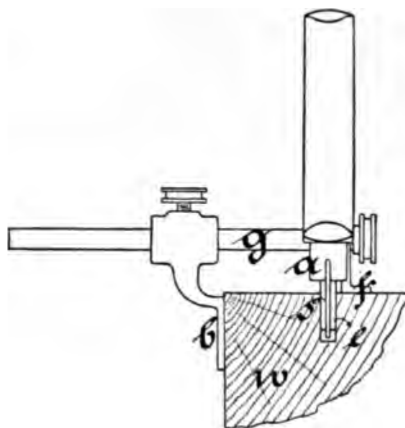


Fig. 375.

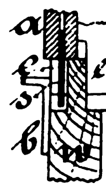


Fig. 376.

Die Sohle *s* kann bei dem Nut- und Federhobel nur zur Regelung d Spandicke dienen, nicht aber das Einreissen bezw. Ausspringen des Hol hindern.

Der seitliche Führungsbacken wird allgemein angewendet bei den Karni hobeln, d. h. solchen Hobeln, welche zusammengesetztere Gesimsformen du die entsprechende Gestalt der Schneidkante und der Sohle bilden.

Endlich möge noch der Grundhobel erwähnt werden. Das Hobelei ragt um so viel aus der Sohle hervor, als die Tiefe einer Furche oder da betragen soll. Die Hobelkastensohle dient sonach nur zur Begrenzung Furchentiefe, nicht aber zur Regelung der Spandicke, so dass das Arbeiten diesem Hobel an dasjenige mit dem gewöhnlichen Zieheisen (S. 388) erinn

Einzelnheiten über Hobel wolle man den unten verzeichneten Quellen[1]) ntnehmen.

Eigenartig ist die Führung, welche zwischen Werkstück einerseits nd Raspel, bezw. Feile andererseits stattfindet.

Die englische Raspel besteht aus einem Stahlstab *W*, Fig. 377, in elchen tiefe Schlitze schräg eingeschnitten sind. Der Brustwinkel der urch jeden der Schlitze und die Sohle ebildeten Schneide ist spitz und somit um Spanabheben geeignet; ein Ansatzvinkel fehlt. Soll die Schneide wirken, o muss das Holz hinter ihr um die Spanlicke und den Krümmungshalbmesser der Schneidkante (vergl. S. 380) niedergedrückt werden. Ist im besondern das Werkstück *A* im wesentlichen eben und die Werkzeugsohle auch, so ist dieses Niederdrücken auf die ganze Länge des Werkzeugs, mit Ausnahme der Schlitzmündungen, zu bewirken. Man kann daraus erkennen, lass selbst bei derber Handhabung nur dünne Späne gewonnen werden.

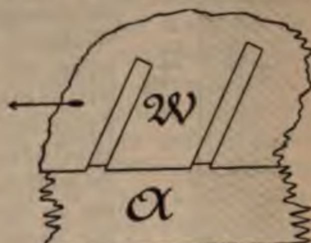


Fig. 377.

Die Schneide der gewöhnlichen Raspel ist durch schräges Eintreiben einer kegelförmigen Spitze in die weiche Stahlfläche des Werkzeugs gebildet und nachträglich gehärtet. Ihre Gestalt giebt die Fig. 378 im Schnitt und in Ansicht wieder; ihr wirksamer Teil besteht aus einer gebogenen Kante. Es sind nun auf der Fläche der Raspel zahlreiche


Fig. 378.



Fig. 379.

derartige Schneiden verteilt, so dass bei Benutzung derselben der Druck der Hand auf viele Schneiden verteilt, also entsprechend gemässigt wird. Man erzielt verhältnismässig dünne Späne.

---

[1]) Exner-Pfaff: Werkzeuge und Maschinen zur Holzbearbeitung, Bd. III, Weimar 1883, m. Abb.
Holzapffel: Turning and mechanical manipulation, Bd. 2 (1846) m. Abb.
Jahrbücher d. Wiener polyt. Inst. 1827, Bd. 10, S. 172 m. Abb.
Mitt. d. Gewerbever. f. Hannov. 1841, S. 533 m. Abb.; 1842, S. 251 m. Abb.; 1844/45, S. 237 m. Abb.
Polyt. Centralbl. 1845, S. 194 m. Abb.; 1858, S. 1468 m. Abb.; 1873, S. 554 m. Abb.
Wochenschr. d. V. d. I. 1883, S. 72 m. Abb., S. 90 m. Abb.
D. p. J. 1873, **207**, 366 m. Abb.; 1878, **228**, 304 m. Abb., 491 m. Abb.; 1880, **236**, 19 m. Abb.; 1881, **242**, 21 m. Abb.; 1882, **243**, 287 m. Abb., 288 m. Abb.; **245**, 12 m. Abb.; 1883, **248**, 470; **249**, 107 m. Abb.; 1885, **256**, 108 m. Abb.; 1886, **259**, 544 m. Abb.

Die Schneide der Feile, deren Hieb, wird durch Eintreiben eines Meissels *m*, Fig. 379, dessen Schneidkante geradlinig ist, in die Oberfläche des erweichten Stahlkörpers *F* erzeugt. Es bildet sich längs jeder Furche ein aufgeworfener Rand *s*, der dem Arbeiter einen Anhalt zum wiederholten Ansetzen des Meissels *m* bietet. Das so mit Furchen und zum Schneiden geeigneter Ränder ausgestattete (natürlich nach der Gestaltung gehärtete) Werkzeug heisst einhiebige Feile; sie kommt nur selten vor. Gebräuchlicher ist den ersten Hieb oder Grundhieb *g*, Fig. 380, durch einen zweiten, den Kreuzhieb oder Oberhieb *o* zu kreuzen, so dass die zweihiebige Feile entsteht. Es ist das Aussehen der Feilenfläche, nachdem beide Hiebarten angebracht sind, nur in der Mitte der Figur 380 angedeutet. Vermöge der Kreuzung des Grundhiebes durch den Oberhieb entstehen zahlreiche Spitzen, die beim Gebrauch der Feile das Werkstück furchen. Sei *t*, Fig. 381, die Entfernung zweier nebeneinander liegenden Spitzen, so ähnelt der Querschnitt der mittels der Feile bearbeiteten Fläche dem durch *A B C D E* dargestellten, solange jede folgende Spitze in den Bahnen der Vorgängerin sich bewegt. Man hat aber den Winkel, welchen der Grundhieb mit der Längenachse der Feile einschliesst, etwa 70°, denjenigen, welcher zwischen Oberhieb und Feilenachse liegt, etwa 52° gross gemacht, so dass die Spitzenreihen des Feilenhiebes mit der Feilenachse einen spitzen Winkel einschliessen. Naturgemäss bewegt man die Feile in ihrer Achsenrichtung über das Werkstück: jede folgende Spitze kommt daher ein wenig (etwa $^1/_{11}$ der Spitzenentfernung) neben die Bahn ihrer Vorgängerin zu liegen. Der Querschnitt der bearbeiteten Fläche ist alsdann nicht mit dem Bilde *A B C D E*, Fig. 381, sondern mit dem anderen *C a b* . . . . *a E* zu vergleichen. Dieser Vorgang ist für die Brauchbarkeit der Feile von hoher Bedeutung: ein grober Hieb liefert bereits eine verhältnismässig glatte Fläche.

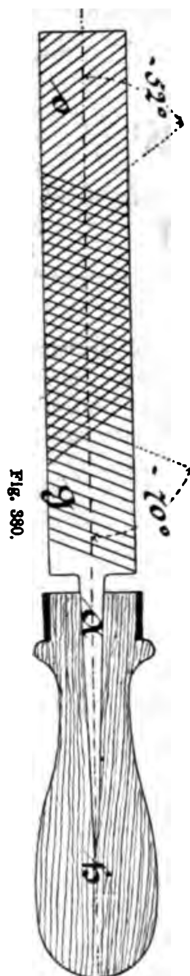


Fig. 380.

Da der Druck zwischen Werkzeug und Werkstück sich auf zahlreiche Punkte verteilt, so fällt derselbe an jedem der letzteren nur schwach aus und die Dicke der gewonnenen Späne ist gering.

Zu der Fig. 380 sei noch bemerkt, dass *a* die Angel bezeichnet, mittels welcher das Heft oder der Griff *h* an die Feile befestigt ist.

Die zweihiebige Feile ist im allgemeinen nur für einigermassen harte Stoffe zu verwenden, indem weichere (Blei, Zinn, Holz, Horn u. s. w.) durch ihre Späne den Hieb verschmieren. An diesem Übelstande leidet die einhiebige Feile weniger; auch sind deren Furchen mittels einer Drahtbürste leichter zu reinigen als die zweihiebige Feile. Für Holz, Horn und andere faserige Stoffe wird allgemein die Raspel verwendet.

Zur Zerkleinerung der Wurzeln werden Raspelflächen verwendet, welche teils durch Einschlagen einer Spitze in hartes Blech, so dass an dem Rande des entstehenden Loches ein hoch aufgerichteter Grat entsteht (Raspelbleche, Reibbleche), teils durch Zusammenlegen sägenartig gezahnter Blechstreifen gebildet sind [1]).

Die Wirkungsart der Feile und Raspel deckt sich im wesentlichen mit derjenigen der Schleifmittel. Sie bestehen aus Gesteinstrümmern, welche auf irgend einem Wege angefasst und über das Werkstück geführt werden und vermöge ihrer Bruchkanten mehr oder weniger feine Späne ablösen. Die arbeitende Flächeist deshalb ähnlich, wenn auch nicht so gleichförmig mit vorstehenden pyramidenförmigen Spitzen bedeckt wie die Feile, und die geschliffene Fläche hat einen ähnlichen Querschnitt wie die gefeilte Fläche (Fig. 381). Der Abstand der Feilzähnchen ist aber begrenzt durch die Möglichkeit der Herstellung; es dürfte auch dem geschicktesten Arbeiter nicht gelingen, mehr als 10 Hiebe auf die Länge eines *mm* in einiger Regelmässigkeit anzubringen, während die Korngrösse der Gesteinstrümmer bis zu beliebigem Grade verringert werden kann. Dazu kommt die verschiedenartige Härte der Gesteinstrümmer,



Fig. 381.

von welcher natürlich, da sie die mittlere Schärfe der Schneide beeinflusst, die Tiefe der entstehenden Furchen abhängig ist. So ist man in der Lage, durch Schleifen jene ausserordentlich glatten Flächen zu schaffen, auf welchen Furchen nicht mehr zu bemerken sind, welche die Lichtstrahlen gleichmässig zurückwerfen und als glänzend bezeichnet werden. Man nennt zuweilen das zugehörige Schleifen Polieren; es dürfte sich jedoch empfehlen, um Verwechselungen mit dem früher (S. 330) erörterten Polieren zu vermeiden, allgemein den Ausdruck Feinschleifen anzuwenden, welcher nicht allein den Arbeitsvorgang kennzeichnet, sondern auch den Gegensatz zum Grobschleifen hervorhebt.

---

[1]) Raspelmühlen für Kartoffeln, bezw. Rüben:
D. p. J. 1880, **1**, 251 m. Abb.; 1824, **15**, 161 m. Abb.
Prechtl, technolog. Encyklop. 1855, Bd. 20, S. 597 m. Abb.
Samml. d. Zeichn. f. d. Hütte 1857, Blatt 9.
Z. d. V. d. I. 1871, S. 263 m. Abb.; 1886, S. 402.
Publ. industr. 1845, Bd. 4, S. 216 m. Abb.; 1881, Bd. 27, S. 376 m. Abb.
Prakt. Masch. Constr. 1883, S. 324 m. Abb.

Naturgemäss leisten gröbere Körner mehr als kleinere. Deshalb wird regelmässig für die rohere Ausbildung ein grobkörniges Schleifmittel angewendet, welchem stufenweise feinere folgen.

Der Sandstein, als ein Gebilde aus Quarzstückchen und einem Bindemittel, ist als das verbreitetste Schleifwerkzeug zu betrachten. Derselbe leidet jedoch an dem Übelstande einer gewissen Ungleichförmigkeit, weshalb künstlich erzeugte Schleifsteine trotz ihres höheren Preises vielfach vorgezogen werden. Man zerkleinert die betreffenden Steine, sondert sie sorgfältig nach ihrer Korngrösse und gestaltet sie mit Hilfe eines Bindemittels.

Schmirgel (der echte ist eine stark eisenhaltige Koründart; auch mit Quarz durchsetzter Eisenglanz wird Schmirgel genannt.) Quarz, Glas, Bimstein werden zerkleinert mit einem Bindemittel angemacht und zu Steinen geformt, auf Holz oder Papier geleimt (Schmirgelleinen, Schmirgelpapier, Sandpapier u. s. w.).

Nicht selten befestigt man das Schleifpulver nur mittels einer Flüssigkeit und zuweilen wird dasselbe trocken auf entsprechend feste Flächen gelegt. Ausser den schon erwähnten Schleifmitteln behandelt man in dieser Weise: Quarzsand, Tripel, Zinnasche, Eisenoxyd (Roteisenstein, Polierrot, Glaskopf, caput mortuum), Eisenoxydoxydul (Hammerschlag), Wiener Kalk, Kohle, Graphit u. a.

Das Schneiden des Marmors und einiger anderer Steine erfolgt z. B. mittels Sand; es ist ein Schleifen. Dünne Eisenschienen sind in einen Rahmen gespannt und werden mit diesem in wagerechter Richtung über den zu zerlegenden Marmorblock hin und her geführt, während scharfkantiger Sand (oder Eisenkörner[1]) und Wasser auf sie niederfallen. Das Wasser dient teilweise zum Verbinden der Sandkörner mit den eisernen Schienen, teils zum Hinwegspülen des Schleifschlammes (Späne des Werkstückes und der Eisenschienen, sowie zu feinkörnig gewordener Sand). Die Schienen werden durch ihr Gewicht gegen das Werkstück gedrückt und sinken in dem Grade nieder, wie die Zerlegung fortschreitet[2]).

Der Diamant und einige andere Edelsteine werden mittels Diamantpulver geschliffen, welches auf gusseiserne Scheiben gebracht ist.

Man bohrt harte Steine mittels Diamant- und anderer Pulver, indem ein meistens pyramidenartig zugespitzter Eisenstift dieses Schleifpulver dem Werkstück gegenüber im Kreise herumführt[3]). Um bei Hervorbringung grösserer Löcher an Arbeit zu sparen, wird der Bohrer röhrenförmig gestaltet, so dass durch das Schleifen eine Vertiefung ringförmigen Querschnittes entsteht. Der innerhalb derselben verbleibende Kern wird abgebrochen, oder fällt, wenn der Stein völlig durchschnitten wird, frei heraus. Dieses Verfahren soll bereits zur Steinzeit im Gebrauch gewesen sein.

Glas schleift man mittels Sand und Schmirgel vor und erzeugt mittels Eisenrot den verlangten Glanz. Das Wasser spielt hierbei dieselbe Rolle, wie bei dem oben erwähnten Zerschneiden des Marmors u. dergl.[4])

Als Stoffe zum Auftragen bezw. Fortführen des Schleifpulvers sind ferner

---

[1]) D. p. J. 1877, **225**, 304.

[2]) Steinsägen: D. p. J. 1824, **15**, 324 m. Abb.; 1826, **20**, 343 m. Abb.; 1833, **47**, 96 m. Abb.; 1881, **240**, 183 m. Abb.; 1884, **253**, 388.
Prakt. Masch. Constr. 1879, S. 399 m. Abb.

[3]) Prechtl, techn. Encykl. 1830, Bd. 2, S. 593 m. Abb.
Mitt. d. Gewerbever. f. Hannover 1866, S. 223 m. Abb.
D. R. P. No. 16936.

[4]) Glasschleifm.: Prechtl, techn. Encykl. 1847, Bd. 15, S. 174 m. Abb.; D. p. J. 1883, **247**, 448 m. Abb.; 1885, **257**, 447 m. Abb.; Z. d. V. d. I. 1877 S. 371 m. Abb.
Tscheuschner, Handb. d. Glasfabr., Weimar 1885 m. Abb.

nennen: Holz, Leder, Bronze, Kupfer, Blei und dessen Legierungen in den annigfachsten Gestalten, Zwirn (zum Glätten feiner Rillen), Haare als Bürsten, elche sich unregelmässigen Gestalten gut anschliessen. Der Holzdrechsler betzt nicht selten zum Glätten seiner Werkstücke die abgefallenen Späne.

Das Gefüge mancher Stoffe lässt bei jeder Abnutzung eine rauhe, zum hleifen brauchbare Fläche entstehen. Hierher gehören der Bimstein, die olzkohle und die Koke. Bei Bearbeitung der Steine findet das Spanabheben rch Absprengen statt (S. 334), so dass die betreffenden Flächen des Thonhiefers, des Quarzes (Kansasstein), des Dolomits (levantinischer Schleifstein) d des Glases ebenfalls zum Schleifen geeignet sind[1]).

Die Flächen der festen Schleifsteine wie diejenigen der Feilen werden weilen durch Wasser oder Öl genetzt. Es geschieht vielfach, um ein onenderes Arbeiten herbeizuführen. Die betreffende Flüssigkeit haftet den Flächen und rundet die wirkenden Spitzen derselben ab. Und wenn rch den bei der Arbeit ausgeübten Druck die Flüssigkeit von den itzen verdrängt wird, so füllt sie doch die Vertiefungen aus und hindert zu starkes Eindringen der Spitzen. Zuweilen hat das Netzen den benzweck, zuweilen den Hauptzweck, die arbeitenden Flächen vor dem rschmieren durch den Schleifstaub zu schützen. Endlich bezweckt man t dem Netzen auch die Staubbildung. Der trockene Schleifstaub ist r die Lungen der Arbeiter sehr schädlich, das Absaugen desselben[2]) cht immer durchführbar; der nasse Schleifstaub ballt sich zusammen d ist dann verhältnismässig leicht zu beseitigen[3]).

---

[1]) Vergl. über Schleifmittel:
Schmirgel: D. p. J. 1875, **215**, 379; 1876, **219**, 204; 1879, **231**, 381; 81, **240**, 405, **241**, 76; 1884, **253**, 301; 1885, **257**, 119.
Andere: D. p. J. 1880, **235**, 243; 1881, **239**, 412; 1882, **245**, 45, 474; 83, **249**, 141; 1884, **253**, 40; 1886, **260**, 93; Z. d. V. d. I. 1881, S. 611.
Herstellung des Schleifpapieres, bezw. -Leinens: D. p. J. 1880, **237**, 274 Abb.; 1881, **239**, 413.

[2]) Sternbergh's Plan-Schmirgelmaschine, D. p. J. 1876, **222**, 406 m. Abb.
van Haagen's Schraubenbohrer-Schleifmaschine, D. p. J. 1876, **222**, 2 m. Abb.

[3]) Verschiedene Schleifmaschinen, bei denen zwischen Werkstück und hleiffläche keine strenge Führung besteht:
D. p. J. 1874, **212**, 388 m. Abb.; **213**, 21 m. Abb.; 1878, **230**, 21 m. Abb.
Z. d. V. d. I. 1881, S. 611 m. Abb.
Für Schneidwaren: D. p. J. 1880, **238**, 461 m. Abb.
Für Glaslinsen: D. p. J. 1883, **248**, 355 m. Abb.; Z. d. V. d. I. 1885, 308 m. Abb.
Für Leder: D. p. J. 1883, **247**, 453 m. Abb.
Für Metallbleche: D. p. J. 1885, **258**, 437 m. Abb.; 1886, **259**, 218 Abb.
Feinschleifmasch. f. Metalle: D. p. J. 1885, **256**, 66 m. Abb. Engineeng, Febr. 1868, S. 166 m. Abb.
Für Steine: Prakt. Masch. Constr. 1882, S. 304 m. Abb.
Für Holz: D. p. J. 1878, **229**, 210 m. Abb.; 321 m. Abb.; 1879, **232**, 08 m. Abb.; 1884, **252**, 358 m. Abb.; 1885, **256**, 21 m. Abb.
Z. d. V. d. I. 1886, 378 m. Abb.
Für Holzstoff: Mitt. d. Gewerbever. f. Hannover 1864, S. 226 m. Abb.; 865, S. 20 m. Abb.
D. p. J. 1865, **175**, 102 m. Abb.; 1872, **206**, 87; 1878, **229**, 35 m. Abb.;

Eigenartig ist das Schleifen mittels Sandstrahles, we unter dem 11. Okt. 1870 Tilghman für die Vereinigten Staaten Nordamerika patentiert wurde [1]). Quarzsandkörner werden in eine I geleitet, hier von einem Luftstrom ergriffen und mit grosser Gesch digkeit aus dem zweiten, etwas zugespitzten Ende der Röhre gew Nach Kick [2]) ist bei 15 bis 20 *m* sekundliche Geschwindigkeit der schlagenden Sandkörner die Dauer des Stosses auf eine Glasplatte ringer als 0,00008 Sekunden; innerhalb dieser Zeit bezw. des unge kleinen Weges, welchen die Sandkörner während derselben im W stück zurücklegen, muss deren lebendige Kraft verbraucht werden, raus ohne weiteres auf den eintretenden Druck zu schliessen ist, we die Kanten der Sandkörner gegen harte Stoffe in ziemlichem G wirken lässt.

Die auf elastisch weiche Stoffe (Pappe, Holz oder gar geschwef Gummi) fallenden Sandkörner prallen dagegen, ohne eine nennensw Verletzung derselben herbeigeführt zu haben, zurück.

Hierin liegt ein Mittel zur Hervorbringung bestimmt umgrenzter tiefungen in Glas, harten Steinen oder dergl., sowie zum Mattschleifen v zeichneter Oberflächenteile derselben: man bedeckt die Werkstücke, sowe von dem Sandstrahl nicht umgestaltet werden sollen, mit einer elastisch we Lehre.

Ein breiter Sandstrahl wird nicht selten zum Putzen der Gussst d. h. zum Beseitigen des an ihnen hängenden Sandes benutzt.

Neuerdings ist vorgeschlagen, mittels des Sandstrahles stumpf gewo Feilen zu schärfen [3]).

Das Schleifen der Körpersammlungen gestattet nicht, j der einzelnen Körperchen für sich festzuhalten. Man setzt daher ganze Sammlung der Einwirkung der Schleifflächen aus und sorgt ein entsprechendes Wenden der Körpersammlungen, um nicht allein j einzelne Korn, sondern auch jeden Flächenteil desselben mit dem Sch mittel in Berührung zu bringen.

Die Holländische Graupenmühle [4]) besteht aus einer Raspelb trommel, welche einen Sandstein gleichachsig so umgiebt, dass zwischen Oberfläche des letzteren und der Trommelwand ein genügender Spielraum Aufnahme der zu schälenden Gerste oder weiter zu schleifenden Graupen bleibt. Beide drehen sich um ihre wagerecht gelagerten Achsen; indes Trommel, welche vorwiegend das Wenden des Mahlgutes bewirken soll langsam, der Stein dagegen rasch (mit etwa 15 *m* Umfangsgeschwindigl

---

1881, **240**, 31 m. Abb.; 1882, **245**, 60 m. Abb.; 1883, **247**, 410 m. Abb.; 279 m. Abb.
Z. d. V. d. I. 1882, S. 52 m. Abb.; 1885, S. 760; 1886, S. 402 m.
Prakt. Masch. Constr. 1878, S. 261 m. Abb.; S. 287 m. Abb.

[1]) D. p. J. 1871, **201**, 29; 1872, **206**, 265 m. Abb.
Z. d. V. d. I. 1872, S. 765 m. Abb.
Neueres: D. p. J. 1881, **241**, 197; 1883, **248**, 281 m. Abb.

[2]) D. p. J. 1885, **257**, 263.

[3]) D. p. J. 1879, **231**, 25 m. Abb.; 1880, **236**, 258; 1883, **248**, **86**.

[4]) Rühlmann, allgemeine Maschinenlehre, Bd. 2, S. 205 m. Abb.
Kick, die neuesten Fortschritte der Mehlfabrikation, Leipzig 1 S. 17 m. Abb.

ede Ladung wird bis zu einem gewissen Grade geschliffen, dann aus der rommel entfernt und gesichtet, um die verschieden gut geschliffenen Körner ahlreicher Beschickungen für die weitere Bearbeitung in Gruppen zu sammeln.

Die ältere deutsche Graupenmühle unterscheidet sich von ersterer nur lurch die senkrechte Lage der Schleifsteinachse und dadurch, dass die Trommel ich nicht dreht[1]); auch die Reismühlen[2]), sowie verschiedene andere Schälnühlen[3]) gehören hierher.

Nicht selten strebt man ein schonenderes Schleifen dadurch an, dass man on einem besonderen Schleifmittel absieht, statt dessen die Oberfläche der enachbarten Körperchen unmittelbar aufeinander wirken lässt. Es handelt ich alsdann um Hervorbringung entsprechender Verschiebungen innerhalb der Körpersammlung. So schüttelt man Kakaobohnen in einem aus grober Leinwand hergestellten Sack, oder verwendet sinnreich angeordnete Rührwerke, um lie gegenseitige Verschiebung zu einer möglichst gleichförmigen und wirksamen u machen[4]).

Andererseits mengt man die zu schleifenden Sammelkörper mit inem sand- oder staubförmigen Schleifmittel und erzeugt die Wirkung lurch Verschiebungen im Innern der Körpersammlung.

Nadeln schleift man, um sie blank zu machen, in der Scheuermühle[5]). Sie werden zu dem Ende zunächst mit Quarzsand, dann mit Schmirgel, dem man etwas Fett hinzugefügt hat, in grobe Leinentücher gewickelt, die entstehenden Packen fes umschnürt und dann in einer Maschine, welche an die Wäschmangel erinnert, zwischen belasteten Flächen 12 Stunden und länger gerollt. Die hierbei im Innern jedes Packens stattfindenden Verschiebungen haben einen überraschenden Erfolg: sämtlicher Zunder, welcher durch das vorherige wiederholte Erwärmen der Nadeln entstanden war, wird abgelöst.

Andere Sammelkörper (kleine Gussstücke, Nägel u. dergl.) werden mit Sand oder dergl. kleine Holzgegenstände mit Sand oder von hartem Holz stammenden Sägespänen in Scheuerkasten oder Scheuertrommeln gelegt. Durch rasches Hin- und Herschieben der ersteren, oder Drehen der letzteren veranlasst man die Füllung zu gegenseitigem Verschieben der Teile. Die Scheuertrommeln sind walzenartig oder prismenartig gestaltet und werden entweder um ihre wagerecht liegende Längenachse oder auch um eine wagerechte Achse gedreht, gegen welche die Längenachse der Trommel geneigt ist.

---

[1]) Prechtl, technolog. Encyklop. 1840, Bd. 10, S. 187 m. Abb.; 1865, Ergängungsband 2, S. 344 m. Abb.
Rühlmann, allgem. Maschinenlehre, Bd. 2, S. 198 m. Abb.

[2]) Rühlmann, allgem. Maschinenlehre, Bd. 2, S. 209 m. Abb.
D. p. J. 1885, **255**, 54 m. Abb.

[3]) Schälmühle für Erdmandeln, Prakt. Masch. Constr. 1882, S. 330 m. Abb.

[4]) Getreidereinigung:
Kick, Mehlfabrikation, 2. Aufl., Leipzig 1876 m. Abb.
Kick, Die neuesten Fortschritte der Mehlfabr., Leipzig 1883 m. Abb.
Z. d. V. d. I. 1868, S. 545 m. Abb.; 1870, S. 683 m. Abb.; 1874, S. 661 m. Abb.
Wochenschr. d. V. d. I. 1882, S. 87 m. Abb.
D. p. J. 1876, **219**, 209 m. Abb.; 1883, **250**, 238 m. Abb.; 1886, **259**, 99 m. Abb.
Reibmaschine für Reis, D. p. J. 1885, **255**, 55 m. Abb.
Erbsenschleifmasch., D. p. J. 1886, **259**, 208 m. Abb.

[5]) D. p. J. 1822, **5**, 64 m. Abb.
Prechtl, technolog. Encyklop. 1840, Bd. 10, S. 314 m. Abb.
Karmarsch & Heeren, techn. Wörterbuch, 3. Aufl., Bd. **6**, S. 216 m. Abb.

Bohrer. Nach Holzer[1]) ist die ursprüngliche Gestalt des B welcher aus der Steinzeit stammt, diejenige des flachen Spitzbohre heute so, wie Fig. 382 zeigt, ausgeführt wird.

Die Schneiden dieses Spitzbohrers werden gebildet durch flache Seite desselben und eine schmale, schräg zu ihr liegende so dass der Brustwinkel (Winkel der Brustfläche mit der Tange Schnittpunktes) über 90°, der Schneidwinkel etwa 70° beträgt weilen legt man in jede Brustfläche an die Schneidkante eine Hol um den Brustwinkel kleiner zu erhalten. Nur die Schneidkanten geben dem Bohrer eine Führung, weshalb derselbe verhältnismässig verläuft, d. h. ein ungenaues Loch erzeugt. Befriedigende leistet derselbe nur, wenn derselbe um seine Drehachse in g Gleichmass ausgeführt ist, so dass die Widerstandsmomente der Hälfte denjenigen der anderen gleich sind.

Der Zentrumbohrer für Metall, Fig. 383, hat zwei Sch welche ebenfalls durch Abschrägen der den Bohrer bildenden Abpl erzeugt sind, aber rechtwinkelig zur Drehachse liegen. Mitten zw diesen Schneiden ragt eine vierseitige Pyramide hervor. Diese zunächst mit ihren Kanten, die als Schneiden wenig geeignet si

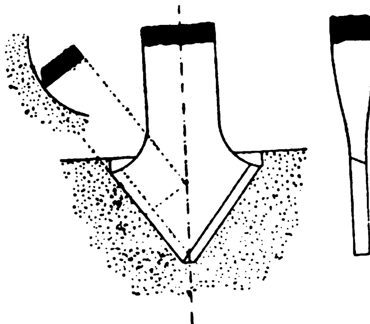


Fig. 382.

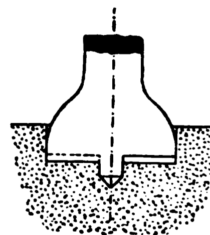


Fig. 383.

rundes Loch, in welchem der Anzatz der Pyramide eine gewisse F erhält, und zwar eine bessere als dem vorhin genannten Spitzbo teil wird. Eine genau gleiche Lage und Ausbildung der Sc gegenüber der Pyramiden-, bezw. Drehachse ist aber auch hier derlich.

Der Zentrumbohrer ist weniger gebräuchlich, indem jene Pyrami Zentrum leichter beschädigt wird, als die Spitze des Spitzbohrers; au die zur Wiederherstellung des verletzten Bohrers erforderliche Arbeit sch ist, als bei letzterem.

Dem Zentrumbohrer für Metall reiht sich der Zentrum für Holz, Fig. 384, unmittelbar an; er unterscheidet sich von e durch die andere Natur des zu bearbeitenden Stoffs. *a* bezeichn

---

[1]) Civilingenieur 1885, Heft 8.

nge, schlanke Zentrum, welches ohne Schwierigkeit in das Holz zu hieben ist, *b* das Vorschneidmesser, welches notwendig ist, weil die bildende Lochfläche zeitweise quer gegen die Faserrichtung des Holzes gt und *c* das Grundmesser oder die Schaufel, welche die durch *b* ngsum abgelöste Holzschicht leicht abzuheben vermag. Es fällt auf, ss die Widerstandsmomente an beiden Seiten der Bohrerachse nicht eich sind, auch nicht einander gegenüber liegen, so dass ein beträcht-her einseitiger Druck von dem Zentrum dem Werkstück gegenüber fgenommen werden muss. Der Bohrer ist deshalb für weiches Holz cht gut zu gebrauchen: dasselbe ist nicht fest genug, um in allen chtungen dem einseitigen Druck der dünnen Spitze erfolgreich wider-ehen zu können.



Fig. 384.


Fig. 385.

In überraschend hübscher Weise löst die Aufgabe der guten Führung ch in weichem Holz ein neuer Bohrer[1]), welchen Fig. 385 in einer nter- und einer Seitenansicht darstellt. Ich möchte denselben Ring-ohrer nennen. Demselben fehlt die Zentrumspitze; der Vorschneider ldet einen Ring, welcher nur an den Stellen, an welchen die beiden denschneiden mit ihm zusammenstossen, unterbrochen ist. Dieser unten harfe Ring dringt leicht in die Oberfläche des Holzes ein und gewährt dann eine sehr sichere Führung, so dass man sogar im stande ist, ein ch (richtiger eine Furche) zu bohren, welches nur um $^1/_3$ des Bohrer-rchmessers im Werkstück sich befindet. Auch ist leicht, in schräger chtung in Holz zu bohren. Die Führung des Bohrers wird — gegen-er dem Zentrumbohrer — noch dadurch unterstützt, dass zwei Schneiden

[1]) Nord-Amerik. Pat. vom 23. Febr. 1886.

einander gerade gegenüber liegen, also bei gewöhnlicher Benutzung ein einseitiger Druck gegen den führenden Vorschneider nur zufällig vorkommen kann. Allerdings verursacht der lange Vorschneider grossen Reibungswiderstand; derselbe fällt aber, gegenüber den Vorteilen des Bohrers, nicht ins Gewicht.

Der Löffelbohrer[1]), Fig. 386, hat eine gebogene Schneide, welche die Späne sowohl von der Sohle als auch von der Wandung des Loches ablöst, hier je nur in schmalen Streifen, dort in etwas grösserer Breite als der Halbmesser des Loches misst. Der Schneidwinkel kann beliebig klein gemacht werden (wie bei dem Zentrumbohrer für Holz); für den Teil der Schneide, welcher die Sohle des Loches vertieft, kann auch der Ansatzwinkel beliebig gewählt werden, während der Schneidenteil, welcher in den Lochmantel fällt, ohne Ansatzwinkel arbeiten muss, was angesichts der geringen Breite der zugehörigen Schnittfläche wenig Nachteil bringt. Vorzüglich ist die dem Bohrer durch das Werkstück zu teil werdende Führung. Das Mittel p_1 der widerstehenden Kräfte fällt auf eine Seite der Drehachse. Da ausserhalb des Loches — ausser dem Druck, vermöge wessen der Bohrer tiefer getrieben wird — nur eine Drehkraft auf den Bohrer ausgeübt wird, so muss p_1 durch Hinzufügung einer zweiten Kraft p_2 zu einem widerstehenden Kräftepaar ergänzt werden, d. h. der Bohrer legt sich mit seinem breiten Rücken an die Wand des Loches.

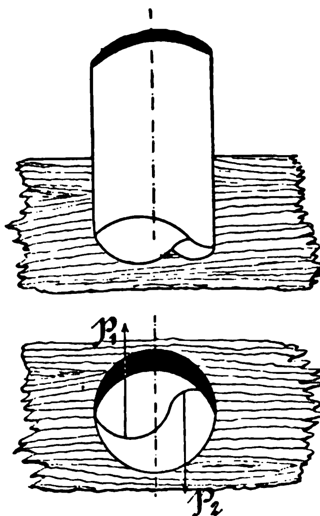


Fig. 386.

Eine gleich gute Führung erfährt der Kanonenbohrer, Fig. 387, aus gleichen Gründen; derselbe ist daher besonders geeignet zur Herstellung genauer Löcher in Metall. Er besteht aus einer halben Walze, welche an ihrem Ende durch eine ebene Fläche abgeschrägt ist, so dass nur die eine, die arbeitende Kante, mit der Sohle des Loches in Berührung kommt, d. h. für diese ein entsprechender Ansatzwinkel vorhanden ist. Die in die Mantelrichtung fallende Kante ist ohne Ansatzwinkel; allein sie hat jederzeit nur längs der Spandicke zu schneiden, so dass dieser Mangel wie bei dem Löffelbohrer ohne Bedeutung ist.

Von einem erheblichen Mangel sind Löffelbohrer und Kanonenbohrer nicht frei zu sprechen: sie bedingen, dass ein Loch der vollen Weite, allerdings geringer Tiefe hergestellt wird, bevor sie selbst in Thätigkeit treten, während der Spitzbohrer und die Zentrumbohrer auf Grund einer deutlichen Vorzeichnung der Lochmitte, oder doch einer mittels ein

[1]) Soll schon im 1. Jahrhundert bekannt gewesen sein. Vergl. Holz Civilingenieur 1885, Heft 8.

kegelförmigen Spitze eingeschlagenen Vertiefung an richtiger Stelle zu arbeiten anfangen, und der Ringbohrer nur die Vorzeichnung eines Kreises verlangt. Man hat diesen Übelstand zu heben gesucht durch Zuspitzung der Bohrer, bei dem Kanonenbohrer z. B. in der Art, welche Fig. 388 darstellt, dabei aber übersehen, dass alsdann auch die breite, den grössten Teil der Arbeit leistende schräg liegende Schneide ohne Ansatzwinkel ist, auch ein genaues Einsenken des Bohrers an der Stelle der Körner-Vorzeichnung nicht eintreten kann, da der Bohrer nur an einer Seite schneidet.

Die Entfernung der Späne aus dem Bohrloch erfordert häufiges

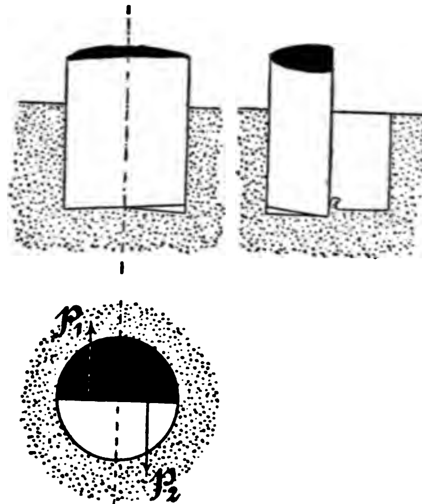
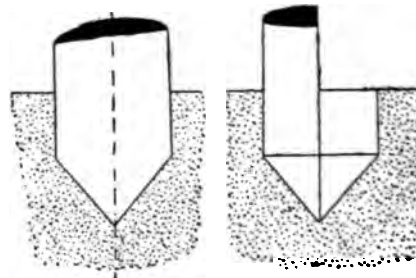


Fig. 387.

Herausziehen des Bohrers und gelingt in befriedigender Weise hierdurch nur bei einer Art des Holzzentrumbohrers [1], bei welcher sich die Schaufel zu einer Scheibe erweitert, bei dem Ringbohrer und bei dem Löffelbohrer. Die übrigen bisher erwähnten Bohrer bedingen, sobald die erzeugten Löcher einige Tiefe haben, hierfür besondere Thätigkeit. Der steierische Schneckenbohrer, Fig. 389, erleichtert das Emporsteigen der Späne durch die Windungen seiner Schneide; es erfordert derselbe weniger häufiges Ausziehen als der Löffelbohrer.


Fig. 388.

Vollkommener sind die Schraubenbohrer (unrichtig auch Spiralbohrer

[1]) Prechtl, technol. Encyklop., Ergänzungsband 1, S. 605 m. Abb.

genannt) Fig. 390 u. 391, welche die gebildeten Späne selbstthät dem Loche fördern, also ununterbrochenes Bohren gestatten.

Man nennt die Schraubenbohrer auch amerikanische; Holzer gie in seiner mehr erwähnten Abhandlung an, dass ein gewundenes Flac an dessen Ende ein Spitzbohrer sich befand, bis in das erste Jahrhundert Zeitrechnung der gebräuchliche Bohrer (insbesondere für Holz) gewes Hiernach scheint, als ob die guten Seiten dieses Bohrers ob der mange Ausbildung der dem eigentlichen Bohren dienenden Teile missachtet Vergessenheit geraten sind.

Für die Leistungsfähigkeit ist der zum Hinausbefördern der dienende schraubenförmige Kanal von hoher Bedeutung. Da die Wi desselben gegen die Endfläche einen spitzen Winkel einschliesst, s steht von selbst ein günstiger Schneidwinkel; durch besondere sinr Schleifvorrichtungen [1]) ist man z. Z. im stande die (Metall-) Bohre

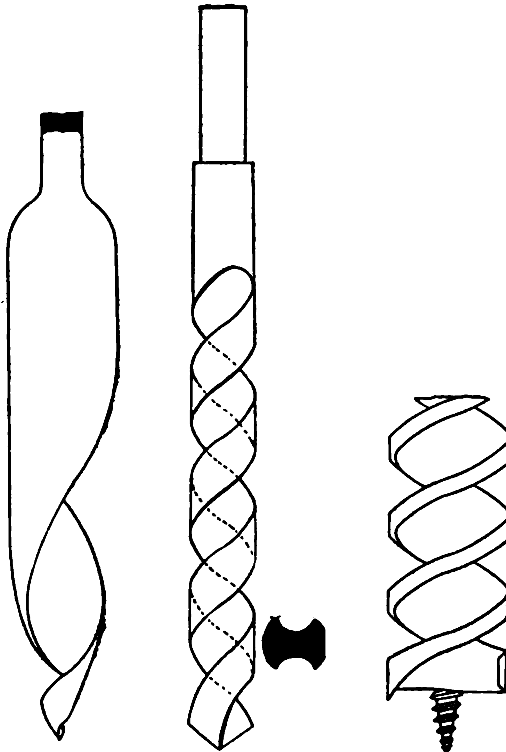


Fig. 389. Fig. 390. Fig. 391.

genauem Ansatzwinkel zu versehen, wodurch diese mit Recht zu bevorzugtesten Bohrwerkzeugen geworden sind.

[1]) van Haagen: D. p. J. 1876, 222, 402 m. Abb.
Gravenstaden: D. p. J. 1879, 233, 110 m. Abb.

Die Schraubenbohrer für Holz sind zuweilen mit besonderen Vorneidmessern (vergl. Fig. 391) versehen; es sei bemerkt, dass diese Beschädigung sehr ausgesetzt, auch nutzlos sind, solange die Schneiden h in gutem Zustande befinden. Zur Sicherung gegen die Verletzung Schneiden gestaltet man dieselben nicht selten statt rechteckig nach em Bogen.

Die Spandicke, bezw. den Grad des Eindringens des Bohrers regelt n durch entsprechenden Druck in der Achsenrichtung des Bohrers. r Metallbohrer dürfte das, angesichts der diesen entgegenstehenden ssen Widerständen das zweckmässigste Verfahren sein. Holzbohrer gegen müssen so rasch arbeiten, dass es nicht lohnend ist, eine bedere Vorrichtung für das allmähliche Eindrücken des Bohrers anzungen; für sie ist daher die Einziehschraube von hohem Wert.

Man findet Holzbohrer mit Einziehschrauben dargestellt in Agricola's 21 erschienenem Werke de re metallica und zwar auf S. 135, und ferner Leupold's theatrum machinarum hydrotechnicarum, Leipzig 1724, S. 69 Abb. Die Einziehschraube tritt auch bei dem steirischen Schneckenbohrer g. 389) hervor; sie fördert aber nur das Eindringen des Bohrers, ohne dasbe — wegen der grossen Steigung des Gewindes — regeln zu können.

Die Ganghöhe der Einziehschraube soll der Spandicke gleich sein, dass ohne Zuthun des Arbeiters diese die zweckentsprechendste wird. egen ihrer Zuspitzung befähigt sie den Bohrer von dem vorgezeichneten ittelpunkte des Loches aus wirksam zu werden und wegen ihrer Rundung gnet sie sich besser zur Führung auch in weichem Holz, als der Zentrumhrer, Fig. 384, zumal die Schneiden des Bohrers doppelt vorhanden nd und einander genau gegenüber liegen.

Immerhin ist die Führung der Schraubenbohrer — sowohl dernigen für Holz, als derjenigen für Metalle — nicht so sicher, wie dienige, welche der Löffelbohrer, bezw. der Kanonenbohrer erfährt. Beide erden daher voraussichtlich für gewisse Zwecke ein, wenn auch beränktes Feld behaupten.

Jedem Bohrer entspricht eine bestimmte Lochweite. Man hat daher, allen möglichen Ansprüchen gerecht zu werden, ausdehnbare hrer, d. h. solche, welche für verschiedene Lochweiten einzustellen d, erdacht[1]), indessen läuft das auf Spielerei hinaus. Richtiger ist, diesen Zweck die Aufräumer, bezw. Reibahlen zu benutzen, die u. erörtert werden.

Auch sind Bohrer für eckige Löcher hergestellt,[2]) die ich nur der rkwürdigkeit halber erwähne. Und die sogenannten zweischneigen Bohrer, welche von dem Spitzbohrer nur insoweit abweichen, als Kanten nicht an je einer breiten Fläche, sondern vermöge je zweier schärfungsflächen in der Mitte der Platte liegen, haben nur dann end einen Wert, wenn man wegen mangelhafter Hilfsmittel den Bohrer beiden Drehrichtungen benutzen muss.

---

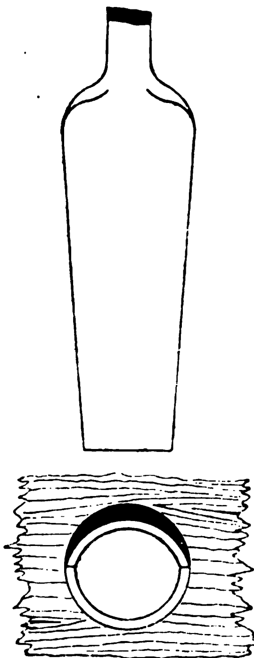
[1]) Mitt. d. Gewerbever. f. Hannov. 1852, S. 55 m. Abb.; 1860, S. 72 m. b.; 1861, S. 314 m. Abb.
Prechtl, technolog. Encyklop., Ergänzungsband 1, S. 605 m. Abb.

[2]) Prechtl, technolog. Encyklop. 1830, Bd. 2, S. 585 m. Abb.

Aufräumer und Reibahlen. Die ersteren kommen für Holz zur Verwendung und ähneln einem Löffelbohrer, deren Bodenschneide beseitigt, deren Mantel kegelförmig ist, wie Fig. 392 in einer Ansicht und einem Querschnitt erkennen lässt.

Der untere Halbmesser des Aufräumers muss kleiner sein, als das zu erweiternde Loch, damit man das Werkzeug in letzteres schieben kann. Vermöge eines angemessenen Druckes in der Achsenrichtung des Werkzeuges und des günstigen Schneidwinkels ist der Mangel des Ansatzwinkels nur wenig fühlbar wenngleich die Reibungsarbeit grösser ausfällt als, diejenige, welche zum Abheben der Späne dient.

Ein abgestumpfter Stahlkegel, dessen eine Hälfte hinweggeschnitten ist, so dass sein Querschnitt dem Halbmond gleicht (Fig. 393), leistet in gleichem Sinne wie obiger Ausräumer Dienste zum Erweitern in Metall gebohrter Löcher, heisst aber Reibahle. Diese Reibahle hat gemeinsam mit dem vorhin genannten Aufräumer die gute Eigenschaft, in dem Loch eine tadellose Führung zu finden.


Fig. 392.

Vielfach giebt man den Reibahlen andere als halbmondförmige Querschnitte, macht deren Querschnitt vielmehr quadratisch (Fig. 394), ja fünf oder sechseckig, so dass nur dem grossen Druck, welchen die Kanten wegen der schlanken Zuspitzung auf die Wandungen des Loches ausüben, ein Angreifen der höchst ungünstig gestalteten Schneidkanten zu danken ist.

Besser ist die Querschnittsgestalt, welche Fig. 395 darstellt. Hier sind zwei sehr gut ausgebildete und eine Schneidkante vorhanden, welcher nur der Ansatzwinkel fehlt. Der glatte Rücken bietet eine recht gute Führung (vergl. S. 404). Nicht selten gestaltet man den Querschnitt der Reibahlen nach Fig. 396, bringt also eine grosse Schneidenzahl an. Die Führung verdanken derartige Reibahlen — wie die Feilen — der Verteilung des Druckes auf zahlreiche Stellen. Die Figur lässt zur Hälfte zweischneidige, zur Hälfte wirksamere einschneidige Kanten erkennen.

Was die Grösse der Reibahlen anbelangt, so schwankt diese innerhalb sehr weiter Grenzen. Man findet sie für nur 1 *mm* weite,. aber auch für 60 oder 70 *mm* weite Löcher. Sie erzeugen wie der Aufräumer kegelförmige Löcher, was selten erwünscht ist. Man mindert den Übelstand durch Wahl eines recht kleinen Spitzenwinkels für den Kegel, bezw. die Pyramide des Werkzeugs, wodurch indessen, soll das Werkzeug nicht gar zu lang werden, dasselbe nur für ein kleines Gebiet verschiedener Lochweiten brauchbar ist.

Ausdehnbare Reibahlen können so eingerichtet werden, dass sie genau trommelförmige Löcher herstellen, entweder, indem besonders eingelegte Messer durch Beilagen[1]) oder einen keilartig wirkenden Kegel

[1]) Prechtl, technolog. Encyklop., Ergänzungsband 1, S. 575 m. Abb.

v. eine Pyramide [1]) für die gewünschte Lochweite nach aussen gezgt werden.


Fig. 293.

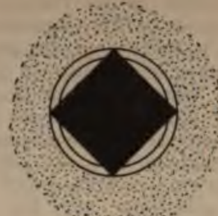
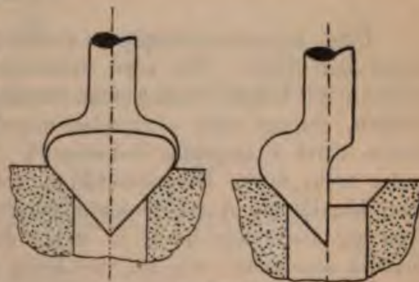

Fig. 394.


Fig. 395.


Fig. 396.

Die Versenker, d. h. bohrerartige Werkzeuge, welche zur Auftung der Lochmündungen dienen, sind den Reibahlen nahe verwandt. n kann auch mit einem Spitzrer eine solche kegelförmige fweitung, die zur Aufnahme es Bolzenkopfes dient, herlen; die Führung, welche der tzbohrer hierbei erfährt, ist jeh im allgemeinen zu mangelt, um im vorliegenden Falle e Arbeit zu liefern. Der aus em halben Kegel bestehende rsenker, Fig. 397, zeichnet sich ch gute Führung aus; auch sind rsenker recht brauchbar, deren Querschnitt nach Fig. 396 gebildet ist.


Fig. 397.

Sägen. Mit Hilfe eines, nach Art der Kreuzmeissel- bezw. chbeitelschneide zugeschärften Werkzeugs *Z*, Fig. 398, kann man das Werkstück *W* zunächst eine Furche graben. Nimmt man aber der Sohle der Furche Span auf Span, bis nichts mehr übrig bleibt, zerlegt man das Werkstück in zwei grosse Teile.

Der emporsteigende Span hat die Weite der Furche zur Breite, seine nalen seitlichen Begrenzungen sind wegen der ungünstigen Verhältnisse der wirksamen Schneidkanten nicht glatt, ebensowenig wie die entstehenden

[1]) Z. d. V. d. I. 1884, S. 1000 m. Abb.; 1885, S. 90 m. Abb.
D. p. J. 1886, **260**, 260 m. Abb.; **262**, 301 m. Abb.

Furchenwandungen. Das Fortschieben des Spanes erfordert daher einigen aufwand, sofern der Span nicht vermöge seiner geringen Dicke zerb oder sich faltet. Auch die Seitenflächen, welche die Hauptschneidkan grenzen, erfahren in der Furche erheblichen Reibungswiderstand. Wen daher, was nicht selten geschieht, mittels einer Schneide ein Werkstüc durchtrennt, abkreuzt (daher der Name Kreuzmeissel), und, um rasc Ziele zu kommen, einigermassen dicke Späne abnimmt, so sind kräftige Ha schläge zum Vorwärtstreiben des Werkzeugs erforderlich. Das erfordert entsprechend kräftigen Bau des Kreuzmeissels und, da die Länge der I schneide grösser sein muss als irgend ein anderer in die Furche gelan Teil des Werkzeugs dick ist, eine ziemlich breite Schneide und Furch wird folglich ein erheblicher Teil des Stoffes in fast wertlose Späne verw Reiht man zahlreiche nach Fig. 398 gestaltete Schneiden hintereinande bewegt sie gleichzeitig, so erreicht man einerseits eine auskömmliche Le mit dünnen Spänen, andererseits wird die aufgewendete Kraft auf viele S verteilt, so dass das Werkzeug dünner, die Furche schmaler sein darf.

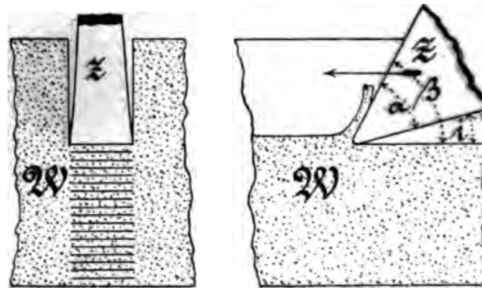


Fig. 398.

Eine zusammenhängende Reihe solcher Werkzeuge Z, Fig. bildet die Säge. Sie wird entweder durch Ausschneiden der Z lücken am Rande eines flachen Stahlstückes, so dass die Zähne Z bleiben, erzeugt oder es werden einzelne Zähne in geeigneter Weis Rande einer Stahlplatte befestigt [1]). Die Vorwärtsbewegung der findet nicht durch Hammerschläge, sondern durch den Druck der nach Umständen durch Maschinenkraft statt. Wenn von einer str Führung abgesehen wird, so wirkt die Zahl der Zähne ähnlich re auf die Spandicke, wie bei der Feile (S. 395).

Die grössere Länge der Hauptschneide gegenüber der Säge gewinnt man, wenn die Zähne durch Ausschneiden der Zahnlücke Rande eines Stahlblattes gebildet werden, auf folgenden drei W Der mit Zähnen zu versehene Rand wird von vornherein dicker ge als jeder andere Teil des Stahlblattes (Fig. 399), die an einem ü gleich dicken Stahlblatt ausgebildeten Zähne werden durch Sta erbreitert (Fig. 400), oder endlich die letzterwähnten Zähne werde schränkt (Fig. 401).

---

1) Prakt. Masch. Constr. 1876, S. 343 m. Abb.
The polytechnic Review, Jan. 1878, S. 42 m. Abb.
Hermann Fischer, die Holzsäge, Berlin 1879, S. 71 m. Abb.
Z. d. V. d. I. 1885, S. 830 m. Abb.

Das erstere Verfahren ist ohne weiteres verständlich; es findet Anwendung für Metall-, wie für Holzsägen, und für Sägen zum Zerlegen anderer Stoffe. Soll das **Sägenblatt** möglichst ausgenutzt werden, soll die Zahnbreite auch bei vielfach wiederholtem Schärfen im richtigen Verhältnis zur Dicke des Sägenkörpers bleiben, so fällt die Zahnbreite breiter aus, als bei gestauchten und geschränkten Zähnen.

Die Stauchung wird bei Metallsägen häufig dadurch gewonnen, dass man die Zahnlücken nicht durch Ausschneiden des Sägenblattrandes, sondern — wie bei Herstellung der Feilen — durch Eintreiben eines

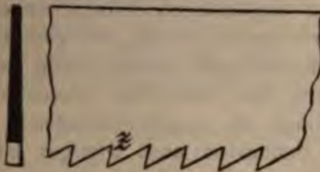


Fig. 399.



Fig. 400.

Meissels, Fig. 402, gewinnt; indes sind derartige Zähne weniger regelmässig gestaltet, als die auf anderem Wege erzeugten. Mittels eines,

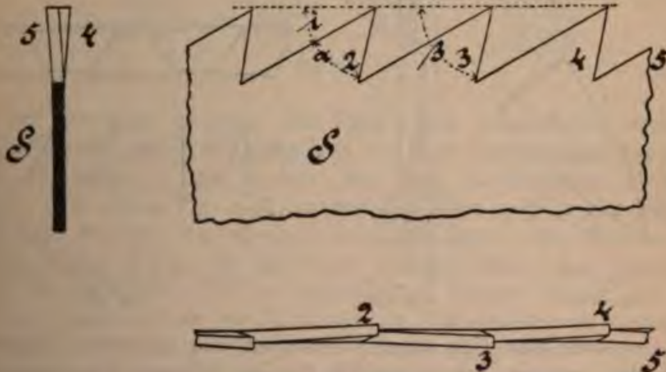


Fig. 401.

einen Hohlkeil bildenden Stauchwerkzeuges[1]) ist nicht schwer, die durch Ausschneiden der Zahnlücken gebildeten Zähne nach Fig. 400 zu erbreitern, wenn dieselben nicht zu hart sind.

Das Schränken besteht in dem wechselweisen Abbiegen der Zähne aus der Ebene des Sägenblattes. In Fig. 401 bezeichnet *S* das letztere; es sind die Zähne 2, 4 u. s. w. nach der einen, die Zähne 1, 3, 5 u. s. w. nach der anderen Seite gebogen, so dass die mittels der Säge erzeugte Furchenweite, die **Schnittweite**, breiter ausfällt als die Dicke des Sägenblattes *S* beträgt, letzteres also genügenden Raum im Schnitt findet.

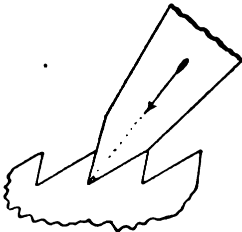
Jede einzelne Sägenspitze hat von dieser Schnitterweiterung keinen Vorteil; sie steckt an einer Seite um die Spandicke, auf der anderen Seite um die

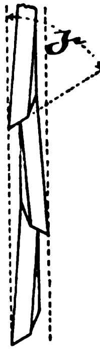
[1]) **Hermann Fischer**, die Holzsäge, Berlin 1879, S. 66 m. Abb.

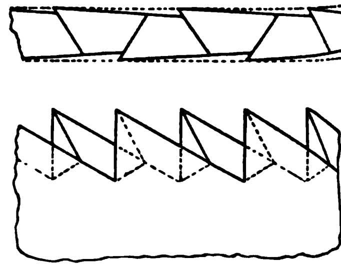
halbe Spandicke in einer Furche, welche, wie w. o. näher begründet, wegen ihrer Engigkeit grosse Reibungswiderstände hervorbringt. Indessen ist die zugehörige Flächenausdehnung klein, so dass dieser Umstand eine hervorragende Rolle nicht spielt.

Bei eingesetzten Diamant-Zähnen erreicht man ähnliches wie durch Schränken, indem man den einen Diamant nach der einen, den folgenden nach der anderen Seite über die Fläche des Sägenblattes hervorragen lässt [1]).

Die Kanten der Zahnbrust, welche die Seitenflächen des Schnittes, also diejenigen, welche nach vollendetem Durchschneiden gesehen werden, bildet, haben einen für das Schneiden ungünstigen Schneidwinkel. Zu gunsten einer glatten Schnittfläche wird deshalb häufig bei geschränkten Zähnen die nach aussen liegende Zahnbrustkante spitzwinkelig gestaltet (in Fig. 403 bezeichnet γ die Neigung der Zahnbrust gegenüber der Schnittfläche). Hierdurch wird allerdings die gegenüberliegende Zahnbrustkante stumpfwinkelig, also zum Schneiden noch weniger tauglich; allein der folgende Zahn vernichtet die auf dieser Seite erzeugte Fläche, welche überdem nur die Hälfte der Spandicke zur Breite hat, sofort


Fig. 402.


Fig. 403.


Fig. 404.

wieder, so dass man sich unter Umständen den erwähnten Nachteil zu gunsten des besseren Schneidwinkels für die Bildung der Schnittflächen gefallen lässt. Bei Sägenblättern, deren Querschnitt nach Fig. 399 gestaltet ist, kann man die stumpfwinkelige Schneidkante vermeiden, wenn man die Zähne nach der Fig. 404 ausbildet; es ragen hier dreiseitige Pyramiden nach links und rechts hervor, deren schneidende Kanten durchgehends günstig gestaltet sind. Man findet eine derartige Zahnausbildung häufig bei sogenannten Stichsägen, meines Wissens niemals bei Metallsägen.

Der Ansatzwinkel i (Fig. 398) der Zähne braucht nicht mit Rücksicht auf das Haken (S. 382) gewählt zu werden, da letzteres durch die grosse Zahl der Zähne und die geringe Spandicke ohne weiteres verhütet wird, der Schneidwinkel α wird nach denselben Erwägungen ge-

[1]) D. p. J. 1878, 228, 403 m. Abb.

, wie der Schneidwinkel anderer Werkzeuge; den Brustwinkel β h macht man aus bekannten Gründen möglichst klein. Letzteres für gleichartige Stoffe und für faserige Stoffe, sofern man diese laufend mit dem Gefüge durchschneiden will. Sägen für das Quer-en faseriger Stoffe mit deutlich ausgeprägtem Gefüge, insbesondere Iolzes, unterliegen anderen Bedingungen. Hier ist die Aufgabe der tschneide des Sägenzahnes wegen der geringen Querfestigkeit eine e, wogegen die Nebenschneiden die Zerlegung der Faserbündel lrecht zu deren Länge zu bewirken haben. Hierzu sollten billiger- die vorteilhaftest gestalteten Schneiden verwendet werden, während berwindung der Querfestigkeit nötigenfalls weniger guten überlassen n kann. W. o. (S. 393) wurde berichtet, dass man vor dem eisen, welches die Späne endgültig abzuheben hat, einen Vor-

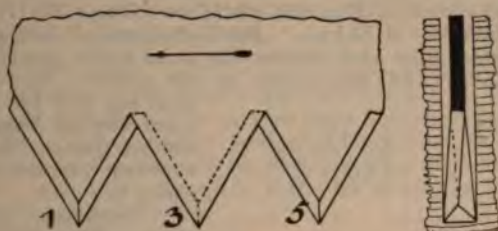


Fig. 405.

eider anbringe, welcher die Faser quer abschneide, auch dass chneidkante dieses Vorschneiders in ihrer Bewegungsrichtung wo-ch überhänge. Das ist bei der Säge in folgender Weise zu hen. Die durch Fig. 405 dargestellte Säge soll in der Pfeilrich- bewegt werden; der vordere Zahn ist hinter, der folgende vor, ritte wieder hinter die Bildfläche aus der Ebene des Sägenblattes en, die Zahnbrust 1 ist so abgeschrägt, dass sie hinter, die Zahn- 3 so, dass sie vor der Bildfläche als Vorschneider zu dienen ver- u. s. f. Es wird daher die Quertrennung jedes Faserbündels zwei aufeinander folgende Zähne in jeder der zu bildenden tflächen in vorteilhaftester Weise bewirkt. Das Abrollen der soweit östen Späne von der Sohle des Schnittes ist so leicht, dass die an ngünstig liegenden Brustflächen der Zähne es recht wohl übernehmen n. Da den Zähnen irgend eine hintere Begrenzung gegeben wer-nuss, so kann man sie an der hinteren Seite gerade so ausbilden der vorderen, d. h. die Säge zu einer beim Hin- wie beim Her- gut wirkenden machen. Legt man mehr Wert auf eine für das len der Späne günstig liegende Zahnbrust, so findet man in der Fig. 406 dargestellten Zahnanordnung das Gewünschte. Der 2 ist nach hinten, der Zahn 4 nach vorne u. s. w. geschränkt; ge der seitlichen Zuschärfung schneidet, wenn die Säge in der chtung sich bewegt, die als Vorschneider dienende Kante des s 2 jenseits, die zu 4 gehörige diesseits der Furche die Faser-

bündel quer ab und die Brust des Zahnes 5, welche winkelrecht zur Bewegungsrichtung liegt, rollt die Späne von der Furchensohle ab. Durch

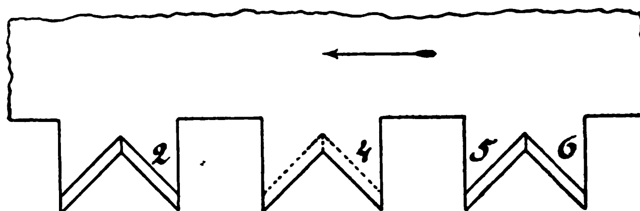


Fig. 406.

gleichmässige Gestaltung der Zähne wird auch diese Säge geeignet, in zwei einander entgegengesetzten Richtungen zu schneiden.

Man nennt die nach Fig. 405 gestalteten Zähne **Wolfszähne**, die in Fig. 406 abgebildeten **M-Zähne**. Die Spitzenwinkel der ersteren messen meistens 60°, werden aber auch kleiner, bis herab zu 45° gemacht, die Spitzenwinkel der M-Zähne sind fast immer zu 45° gewählt. Zuweilen fügt man, nach Fig. 407, für jede Seite noch einen zweiten Vorschneider hinzu, welcher jedoch, bei tadellos gehaltenem Zustande der Zähne, überflüssig ist.

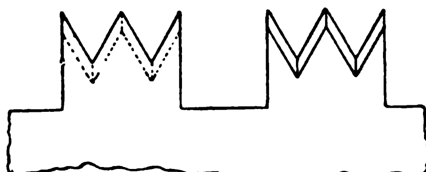


Fig. 407.

Spielarten der hier angegebenen Sägenzahngestalten giebt es in reichlicher Zahl[1]).

Es sei noch besonders hervorgehoben, dass die in Fig. 405, 406 und 407 abgebildeten Zähne zum Quertrennen hauptsächlich des Holzes, aber hierfür auch vorzüglich tauglich sind. Man ist nun mitunter genötigt, ein und dieselbe Säge sowohl zum Querschneiden, als auch zum Zerschneiden in der Längenrichtung des Holzes zu benutzen. Dann empfiehlt sich, den Brustwinkel 90° gross zu machen, wenn auch hierdurch die Brauchbarkeit für beide Zwecke leidet.

Die abgehobenen Späne müssen vorläufig in den Zahnlücken Platz nehmen; letztere entleeren sich, sobald sie aus dem **Schnitt** hervortreten. Hiernach wird die Grösse der Zahnlücken durch die Spandicke und den Weg, welchen der Zahn innerhalb des Werkstückes schneidend zurückzulegen hat, bedingt. Im allgemeinen muss man den Spänen, sollen dieselben nicht zu sehr zusammengeballt werden, einen fünfmal so grossen Raum anweisen, als sie vor ihrer Bildung einnahmen. Nimmt man an, was vielfach der Fall ist, an, dass der Zahn von seinem Eintritte in das Werkstück bis zu seinem Austritte schneidet, und nennt man die Dicke des Werkstückes in der Schneidrichtung h, die Spandicke δ und die Spanbreite (gleich der Schnittweite) σ, so muss der Raumgehalt der Zahnlücke $\geqq 5 \cdot h \cdot \delta \cdot \sigma$ sein, sofern jeder Zahn (Zahnform nach Fig. 3[illegible], 399, 400 und 402) die ganze Breite der Schnittfläche bestreicht, und $\geqq \frac{5}{2} h \cdot \delta \cdot \sigma$, wenn die Zähne geschränkt sind.

---

[1]) Herm. **Fischer**, die Holzsäge, Berlin 1879, S. 36 m. Abb.

ıt man nun ferner die Fläche der Zahnlücke f, so ist deren ılt $= f \cdot \sigma$, folglich ist

$$f \cdot \sigma \geqq 5 \cdot h \cdot \delta \cdot \sigma \text{ bezw. } \frac{5}{2} \cdot h \cdot \delta \cdot \sigma, \text{ oder}$$

$$f \geqq \left(5 \text{ bezw. } \frac{5}{2}\right) h \cdot \delta \text{ zu machen.}$$

ichnet endlich t die Entfernung zweier Zahnspitzen, so ist im Mittel:

$$f = 0{,}3\, t^2 \text{ bis } 0{,}5\, t^2.$$

r Sicherheit halber die kleinere Zahl angenommen. Durch Einıses Wertes gewinnt man:

$$0{,}3\, t^2 \geqq \left(5 \text{ bezw. } \frac{5}{2}\right) h \cdot \delta, \text{ oder}$$

$t = \sim 3 \cdot h \cdot \delta$ für geschränkte Zähne und

$t = \sim 4{,}2 \cdot h \cdot \delta$ für gestauchte oder sonstige, die ganze s Schnittes ausfüllende Zähne.

ıteht daher die Zahnteilung t, bei unveränderlicher Spanin geradem Verhältnis zur Dicke h des Werkstückes.

ınbar gilt das nur von in gerader Linie bewegten Sägen; es lässt sich achweisen, dass dieselben Ausdrücke für Kreissägen gelten, wenn δ bezeichnet, der zwischen Werkstück und Säge für jeden Zahn zurückd, d. h. gleich der Länge $a\,b$, Fig. 408, welche in der Fläche $c\,d\,e\,f$ ınem Zahn abzuhebende e darstellt. Die Spandicke r als δ, würde sogar, wenn stück bis zum Scheitel i reichte, dort gleich Null chzeitig ist aber auch die grösser als h. Beachtet dass die Dicke des Spanes der Bewegungsrichtung ıtückes gemessen überall oder δ ist, und denkt den Span in dünne die sich winkelrecht zu h erstrecken, zerlegt, so ı für die in Fig. 408 sichtıe des Spanes den Aus-

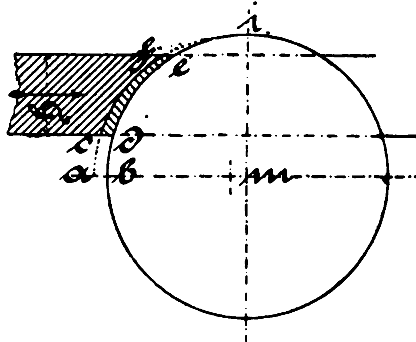


Fig. 408.

$$n \cdot \frac{h}{n} \cdot \delta = h\,\delta.$$

ıenso verwendet wie der gleichartige für gerade Sägen notwendig ırgebnis liefern muss.

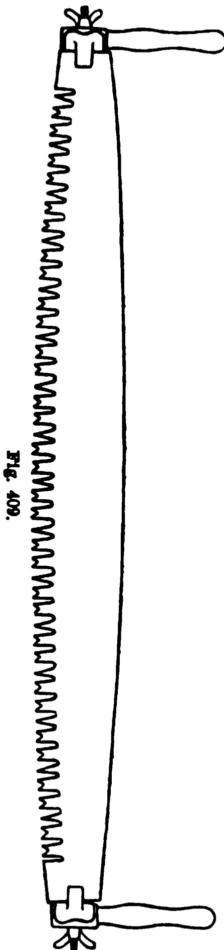
Spandicke, bezw. das δ kann man für ein und denselben Stoff m Verhältnis zur Sägendicke s wachsen lassen [1]).

äuchliche Werte für das Verhältnis δ/s bei Maschinen-Sägen, welche n der Längenrichtung zerlegen, sind:

$\delta/s = 0{,}6$ bis $0{,}10$ für Kreissägen,
$\delta/s = 0{,}4$ „ $0{,}08$ für Gattersägen,
$\delta/s = 0{,}1$ „ $0{,}02$ für Bandsägen.

ırgl. die Holzsäge, a. a. O. S. 77.

Die grösseren Werte werden für nasse, weiche, gerade gewachsene, die kleinen für harte, trockne Hölzer angewendet. Der kleinste Wert für Gattersägen ($\delta/s = 0,08$) findet sich bei Furnürsägen; er wird zur Schonung der erzielten dünnen Platten, aus denen die vielfach quer hindurch gehenden Faserbündel bei stärkerer Beanspruchung sich lösen würden, ja selbst bei dieser geringen Spanstärke noch ausbröckeln so klein gewählt.


Fig. 409.

Für Metallsägen kommen so grosse Spanstärken wie soeben angegeben sind nicht in Frage und für sämtliche mittels der Hand bewegte Sägen sind sie ebenfalls kleiner.

Die Lenkung der Säge, bezw. der Zähne derselben behufs Erzeugung bestimmter Schnittgestalten muss durch das Sägenblatt vermittelt werden; demselben ist daher eine gewisse Steifigkeit zu geben, die es teils in sich trägt, teils durch aufgelegte Versteifung erhält, teils ihm aber durch Zugspannung verliehen wird. Man unterscheidet demgemäss zwischen Steifsägen, welche nicht in ihrer Längenrichtung angespannt werden, und gespannten Sägen.

Zu den Steifsägen gehören die Langsägen der Waldarbeiter, welche zum Zerlegen der Bäume und Blöcke dienen. Sie sind etwa 2 *mm* dick und auf 1,6 *m* Länge mit Zähnen versehen und werden von mindestens zwei Männern geführt; einer derselben steht auf dem entsprechend hingelegten Baumstamm, der andere unter ihm. Der erste lenkt und zieht die Säge nach oben, der andere bewegt sie vorwiegend nach unten, in welcher Richtung das Schneiden stattfindet.

Die grosse Trumm- oder Quersäge, Fig. 409 ist etwa 1,4 *m* lang und 2 *mm* dick. An ihre Angeln sind Hörner geschraubt, mit Hilfe welcher der Arbeiter die Säge zu sich heranzieht, so dass ihre Steifheit durch die entsprechende Zugspannung vermehrt wird.

Der Fuchsschwanz, Fig. 410, ist 1,2 *m* lang und 2 *mm* dick; seine Zähne werden teils zum Querschneiden, teils zum Langschneiden vorgerichtet. Er wird mit einer Hand bewegt und arbeitet meistens nur während man ihn fortschiebt. Um mit geringerer Dicke (bis herab zu $\frac{1}{2}$ *mm*) auszukommen, d. h. um engere Schnittfurchen erzeugen zu können, versteift man den Fuchsschwanz längs seines Rückens durch angenietete Metall-Leisten (Fuchsschwanz mit Rücken), beschränkt dadurch allerdings seine Verwendbarkeit, indem die Säge nur bis zu diesem Rücken einzudringen vermag. Man versieht dünne Sägenblätter auch mit hölzernen Rücken (Gratsäge, Zapfensäge), auch wohl mit Führungsbacken, nach Art der Hobel (S. 393).

Für Maschinenbetrieb kommt von den Steifsägen namentlich die Kreissäge in Frage; ihr Durchmesser schwankt zwischen 50 *mm* und 3 *m*, ihre Dicke s beträgt, wenn sie für Holz bestimmt ist[1]): $s = 0,1 \cdot \sqrt{D}$, s und D in *mm* ausgedrückt.

---

[1]) Die Holzsäge, a. a. O. S. 86.

Die **Trommel-** oder **Kronensäge**, Fig. 411, ist weniger gebräuchlich; sie besteht aus einem trommelförmigen Sägenblatt, welches in gewöhnlicher Weise verzahnt und mit einem scheibenartigen Boden mit Spindel verbunden

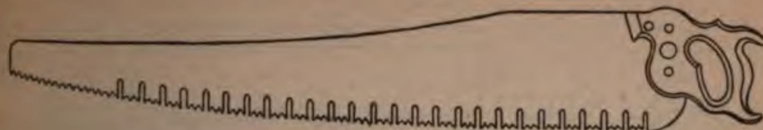


Fig. 410.

ist. Man verwendet sie nur in einzelnen Fällen freihändig, häufiger, indem man sie mittels ihrer Spindel lagert und durch eine Maschine antreiben lässt, während das Werkstück ihr entgegengeführt wird.



Fig. 411.

Während die Lang- und die Trummsäge mit Hörnern fast nur für Holz, in einzelnen Fällen für weiches Gestein verwendet werden, kommen die Fuchsschwänze (als **Eisensägen** oder **Bogenfeilen**) auch vielfach für Metalle und andere Stoffe zur Verwendung. Die Kreis- und die Trommelsäge wird ausser für Holz, Horn, Elfenbein vielfach für Metalle gebraucht; die Kreissäge insbesondere sowohl zum Schneiden kalten (**Kaltsäge**) als auch rotglühenden (**Heisssäge**) Eisens.

Die Steifsägen müssen im allgemeinen ziemlich dick sein; Ausnahmen bilden diejenigen Sägen, deren Versteifung durch aufgelegten Rücken bewirkt wird, sowie Kreissägen für dünne Bretter[1]). Auch winkelrecht zu der Zahnspitzenlinie kurze Trommelsägen lassen sich aus leicht zu übersehenden Gründen für enge Schnittfurchen einrichten.

Im übrigen erzeugt man engere Schnittfurchen mittels gespannter Sägen. Sie werden entweder hin und her bewegt, oder erhalten stetig fortschreitende Bewegung (Bandsägen).

Solange der schwingend zurückgelegte Weg klein ist, kann man das eine Ende des Sägenblattes an eine Feder hängen; die arbeitende Kraft zieht dann am anderen Ende in der Schneidrichtung und erhöht gleichzeitig die Spannung der Feder, worauf diese die Rückbewegung veranlasst. Hiervon wird namentlich bei **Laubsägen** Gebrauch gemacht[2]), d. h. jenen kleinen Sägen, welche zum Ausschneiden reicherer Gebilde, z. B. Laubwerk ähnlichem aus dünnen Holz-, Horn- oder Metallplatten dienen. Grössere Schwingungen erfordern das Einspannen des Sägenblattes in einen Rahmen oder ein **Gatter**, oder die offene Seite eines Bügels. Fig. 412 stellt eine gebräuchliche Art der Bügelsägen dar. *A* ist ein Handgriff, *B* der Bügel, *S* das Sägenblatt, welches an einem Ende am Bügel festhängt, am anderen eine mit Gewinde versehene **Angel** trägt, auf welche die zum Anspannen dienende Mutter *D* greift. Das Sägenblatt *S* wird je nach Umständen in die Ebene des Bügels, wie die Figur angiebt, oder winkelrecht zu derselben gelegt. In ersterem Falle ist die Tiefe des Schnittes durch den Abstand der Zahnspitzen vom Bügel *B*, in letzterem Falle die Dicke des abzutrennenden Stückes durch den Abstand der Sägenblattmitte von dem Bügel begrenzt.

Die **Örtersäge**, Fig. 413, ist nur bei Holzarbeiten gebräuchlich. Die Angeln des Sägenblattes *S* stecken in gedrehten Ansätzen der **Griffe** *G* und

---

[1]) Die Holzsäge, a. a. O. S. 88.
Holtzapffel, Turning and mechanical manipulation, Bd. 2, S. 809 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1885, **257**, 306 m. Abb.; **280**, 202 m. Abb.

sind dort befestigt. Die walzenförmigen Ansätze ruhen in Bohrungen der Hörner *H*; man kann somit durch Drehen der Griffe die Lage des Sägenblattes beliebig ändern. Die Hörner *H* werden in deren Mitte durch den Steg *A* auseinander

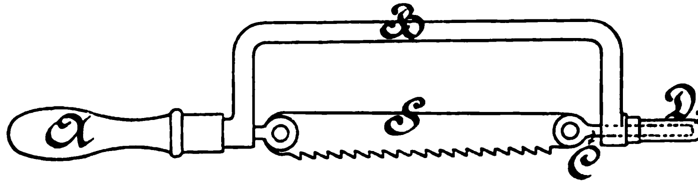


Fig. 412.

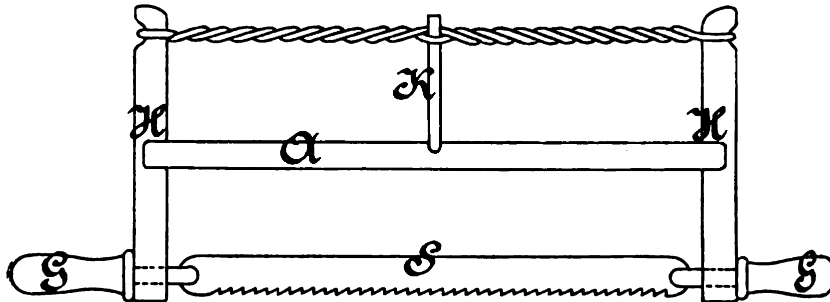


Fig. 413.

gehalten und durch eine Schnur, welche der Knebel *K* anspannt, an ihren oberen Enden so zusammengehalten, dass das Sägenblatt *S* die entsprechende Spannung erfährt.

Die Einspannung der Klobsäge oder Lattensäge, Fig. 414, findet auch zwischen zwei Querarmen *B* statt; diese werden jedoch durch zwei Stege *A* auseinander gehalten, während die Anspannung des Sägenblattes unmittelbar an einer seiner Angeln mittels der Flügelmutter *C* z. B. erreicht wird. Der Rahmen *A B* ist offenbar viel standhafter als derjenige der Örtersäge, weil die Stege *A* mit den Querbalken fest verbunden werden; das Sägenblatt bildet immer mit der Ebene des Rahmens einen rechten Winkel.

Bei den sämtlichen gespannten Sägen beschränken die Gestelle die zulässige Grösse der Arbeitsstücke, welcher Mangel bei Wahl der Werkzeuge den Vorteil der engeren Schnittweite häufig überwiegt.

Kreis- und Trommelsägen sind, wie schon erwähnt, fast immer Maschinensägen. Gerade Steifsägen werden nur in Einzelfällen für Sägemaschinen angewendet[1]), während die gespannten Sägen für diesen Zweck die Regel bilden. (Laub-) Sägen mit kurzem Hub hängt man an Federn (S. 417); die Einspannrahmen, Gatter, gleichen grundsätzlich denen der Handsägen. Man findet Bügelgatter, Fig. 415, bei welchen die Säge *S* in die offene Seite des Bügels *B* gespannt ist, Seitengatter, Fig. 416, nach Art der Örtersägen (*S* ist die Säge, *A* der Steg, *C* die Spannvorrichtung, *B* sind die Hörner) und Mittelgatter, Fig. 417, in welcher *S* die Säge, *A* die Stege oder Stiele, *B* die Querstücke oder Holme bezeichnen. Das letztere stimmt mit der Klobsäge überein. Zu diesen Gattern gesellt sich noch das Bundgatter, Fig. 418, d. i. ein Mittelgatter, in welches eine grössere Sägenzahl (bis 18) gespannt wird.

---

[1]) D. p. J. 1878, 227, 345 m. Abb.

.r gespannte Gattersägen, welche zum Langschneiden des Holzes dienen, ıan die Sägendicke s nach der Gleichung

$$s = \frac{L}{800}$$

die freie Länge des Sägenblattes bezeichnet; die Gesamtspannung des ıttes zu:

$$\mathfrak{S} = 800\, s^2$$

ıem Ausdruck $\mathfrak{S}$ *kg*, *s mm* bedeuten. Quer- und Schweifsägen (letz- l mit sehr schmalen Sägenblättern versehen, um Schnitten mit kleinem

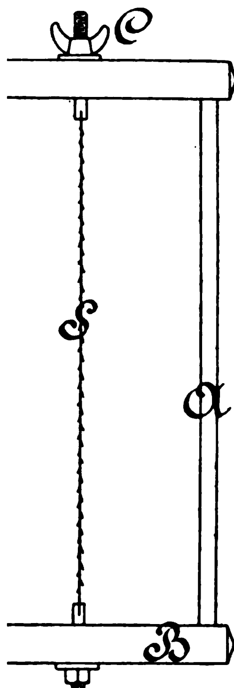


Fig. 414.



Fig. 415.

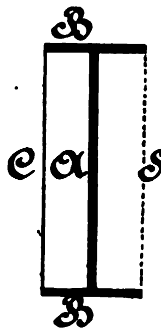


Fig. 416.

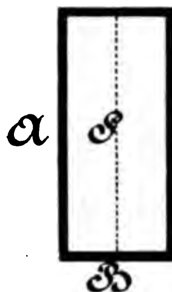


Fig. 417.

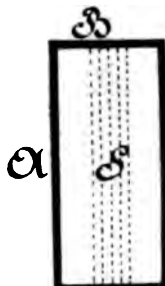


Fig. 418.

ngshalbmesser folgen zu können) unterliegen vielfach anderen Gesetzen. ı die freie Länge des Sägenblattes möglichst gering zu machen, ordnet ht selten feste Führungen an[1]).

den bisher genannten gespannten Maschinensägen gesellte sich 1808 dsäge[2]), welche indes erst Ende der 40er Jahre durch J. L. Perin zu ;inführung gelangte. Allgemeiner ist ihre Anwendung geworden, seit- Bedingungen für die Dauerhaftigkeit des Sägenblattes in genügendem ›rstanden und berücksichtigt werden.

Bandsäge wird wie ein Treibriemen über zwei Rollen gelegt und er- ıer auf den Rollen eine entsprechende Biegung, welche notwendig eine ; bleiben muss, weil das Sägenblatt zwischen den Rollen gerade sein ɪmmt man an, dass die in Fig. 419 durch Punkte angegebene Mitte ɴblattes hierbei nicht verlängert oder verkürzt wird, so wird auf der

)ie Holzsäge, a. a. O. S. 91 m. Abb.

Villiam Newberry, Engl. Pat. No. 8105 vom 80. Jan. 1808.

ıeiden der Schraubengewinde beruht regelmässig auf : eines vorhandenen Gewindes. Je nach Umständen wird nghöhe des Gewindes vergrössert, verkleinert, oder un- las Werkstück übertragen; ebenso der Gewindedurchmesser ›eibehalten.

nde ist auf folgenden Wegen zu gewinnen. Man schneidet aus ιs dünnem Blech ein rechtwinkeliges Dreieck, dessen eine Seite ·anghöhe, die winkelrecht zu ihr liegende dem äusseren Um- ngewindes an Länge gleicht, wickelt dieses Dreieck um den Bolzen, und zwar so, dass die rechtwinkelige und die spitz- genau zusammentreffen, worauf die längs der Hypothenuse len Verlauf des betr. Schraubengewindes wiedergiebt. Nach odann der Gewindegang einzuschneiden [1]). Sehr genau dürfte nde indes trotz grösster Sorgfalt nicht werden, eher ist das zu folgendes Verfahren angewendet wird: man dreht den Bolzen r und verschiebt einen Stichel, welcher zum Einschneiden des durch einen Keil, der mit der Drehung des Werkstückes sich ;eil wird zu dem Ende mit einer Zahnstange oder einem dünnen :hen; in erstere greift ein mit dem Werkstück in Verbindung ıd, letzteres wird auf eine Rolle gewickelt.

tellung des Urgewindes ist ein Gewinde derselben Ganghöhe, :hen Durchmessers ohne Schwierigkeit zu erzeugen. Es sei das Bolzengewinde; sein Gang bestehe in einem Einschnitt, so legt :in Paar durch Hämmern passend gemachte Bleche, die auf ıe festgehalten werden, bringt mit dem Bolzen einen Stichel in lcher dem Werkstück gegenüber eine zum Ausschneiden des geeignete Lage hat, und dreht denselben. Er verschiebt sich bei jeder Drehung um eine Ganghöhe, bezw. bei jeder Teil- :n entsprechenden Teil der Ganghöhe.

nun die Verschiebung, welche durch das Urgewinde hervor- durch Hebel auf den Stichel übertragen oder durch Räder- Drehbewegung des Werkstückes gegenüber demjenigen des ·rn, während die Verschiebungen gleiche sind.

·hört die Erörterung dieser Verfahren, welche zusammenzufassen :berschrift: Gewindeschneiden auf der Drehbank, nicht zu den- :hen das Werkzeug durch das Werkstück geführt wird.

ist die Herstellung der Gewinde durch Gewinde- zu rechnen. Die Werkzeuge zum Gewindeschneiden ;ich in solche, welche Muttergewinde, und solche, ıgewinde hervorbringen. Erstere heissen Gewinde- ·e je nach ihrer Art Schneideisen, Gewindeschneider,

;and ainé, Les scieries mechaniques et les machines outils a s, Paris.
: the Frankl. Inst. Jan. 1880, S. 25 m. Abb.
r weiche Steine: D. p. J. 1885, **256**, 209 m. Abb., 383 m. Abb.,
'.
n für Metall: D. p. J. 1880, **237**, 271 m. Abb., 440 m. Abb.; Abb.; 1883, **249**, 278; 1884, **254**, 286 m. Abb.
›ffel, Turning and mechan. manipul., Bd. 2, S. 635.
ıoud, essai sur l'horlogerie, Paris 1768, Bd. 1, S. 150 m. Abb.
:, Instrumente, Zittau und Leipzig 1796, Bd. 7, S. 105 m. Abb.
ter, Jahrb. d. Wiener polyt. Instit. 1823, Bd. 4, S. 426 u. 427

ır. D. p. J. 1869, 1[illegible]

Die Führung, vermöge welcher der Gewindebohrer befähigt wird ein gutes Muttergewinde zu erzeugen, dürfte aus dem Folgenden verständlich werden. Von dem Gewindebohrer *B*, Fig. 420, seien die unteren Gänge glatt abgeschnitten, so dass der Kern als vollständige Walze erscheint und genau in die Bohrung der demnächstigen Mutter *M* passt. Das untere Ende des stehengebliebenen Gewindeganges ist zur Schneide ausgebildet, in dem von der Kante desselben ausgehend zwei nach innen gerichtete Flächen mit den Aussenflächen des Gewindeganges günstige Schnittwinkel bilden; die Vorderansicht der Schneide gleicht für scharfgängige Gewinde einem Λ. Die durch Bildung der Schneidkanten entstandene Öffnung ist durch *o* erweitert; sie führt die entstehenden Späne in das Innere des hohlen Gewindebohrers. Wird nun,

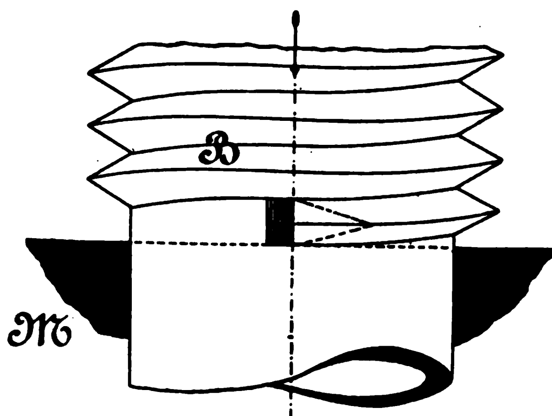


Fig. 420.

nachdem das glatte Ende des Gewindebohrers in die Bohrung der Mutter *M* gesteckt, und hierdurch eine Führung erzielt ist, vermöge welcher die Achsen des Werkstückes und Werkzeuges zusammenfallen, der Gewindebohrer in der Pfeilrichtung kräftig niedergedrückt und gleichzeitig mit der Schneide voran herumgedreht, so löst zunächst die untere Seite der letzteren einen allmählich dicker werdenden Span von dem oberen, inneren Rande der Mutter ab. Sobald nur ein kleiner Teil dieses Spanes abgehoben ist, bietet die Schnittfläche eine genaue Führung für die hinter dem betreffenden Schneidenteil befindliche Gewindegangfläche des Werkzeugs, wenn letzteres in genügendem Grade nach unten gedrückt wird, um beide Flächen in fester Berührung zu erhalten. Nach einer halben Drehung des Gewindebohrers greift auch die Spitze der Schneide in das entstehende Muttergewinde und nach einer ganzen Drehung die gesamte Schneide. Nunmehr kann der in der Achsenrichtung ausgeübte Druck wesentlich geringer als bisher werden, bezw. ganz wegfallen, weil der hinter der Schneide folgende Gewindegang das Fortschieben in der Achsenrichtung mehr und mehr selbstthätig übernimmt.

Der beschriebene Gewindebohrer wird für hölzerne und andere aus weicherem Stoff bestehende Muttern verwendet. Selbst für diese befriedigt derselbe nicht immer, weil die volle Gangtiefe mit einem Schnitt erzeugt wird, ein sehr dicker Span abzulösen ist und dabei vermöge der hierfür an einer Stelle auszuübenden Kraft leicht Beschädigungen des Werkstückes oder Werkzeuges herbeigeführt werden. Man kann diesem Übelstande dadurch begegnen, dass man den unteren Gang längs einer halben Windung niedriger macht und am Ende derselben eine zweite Schneide anbringt, welche die volle Tiefe des Gewindes ausschneidet. In Fig. 421 bezeichnet *a* die erste Schneide, welche man

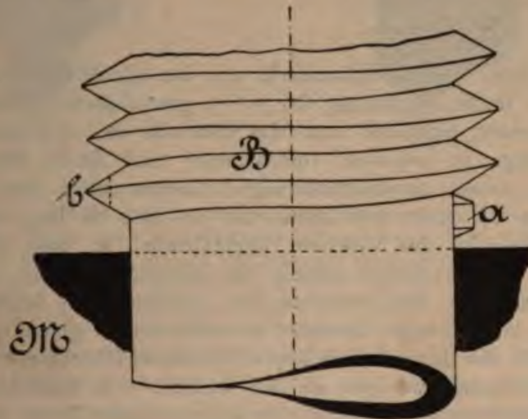


Fig. 420.

von vorn sieht, *b* die vom Beschauer abgewendete letzte Schneide. An der Führung wird hierdurch nichts geändert, solange auch der erste Gewindegangteil des Werkzeuges in voller Genauigkeit hergestellt ist.

Die Gewindebohrer für metallne Muttern können nicht hohl gemacht werden, weil die Bohrung sie zu sehr schwächen würde. Dem Spanabfluss wird daher durch in das Werkzeug gegrabene Furchen Rechnung getragen, wobei die Furchenflächen mit den Gewindeflächen die erforderlichen Schneidkanten bildem


Fig. 422.


Fig. 423.


Fig. 424.

Die Figuren 422 bis 426 einschl. stellen gebräuchliche Querschnitte derartiger Bohrer dar. Der erste dieser Querschnitte liefert ziemlichen Raum für die Späne, erträgliche Brustwinkel für die vier in einem Umfange liegenden Schneiden; der zweite bietet noch mehr Raum für die Späne, der Brustwinkel

dann wird wohl beachtet, dass die zweite Schneidkante da eintritt, wo die erste eingetreten ist, so dass die Bahn der ersten Schneide, nachdem letztere $^1/_4$ des Umfanges beschrieben hat, in die richtige Lage, d. h. in den Schnittpunkt der Geraden *A B* mit der Senkrechten 1, Fig. 430, gedrängt wird. Nunmehr übernimmt die zweite Schneide die Führung und zwingt damit die erste, im zweiten Viertel der Drehung dieselbe

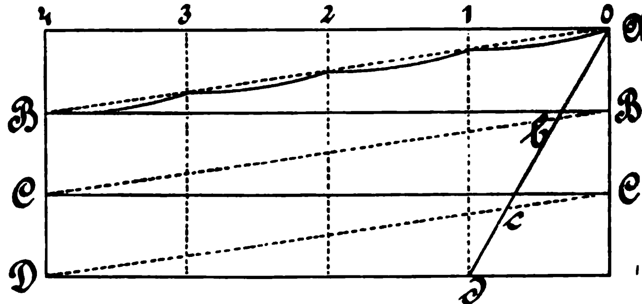


Fig. 430.

Bogenlinie zu verfolgen, wie im ersten u. s. f. Sind nun die Furchen gleichlaufend mit der Achse des Bohrers, so verlangt der Bohrer nur, dass die senkrechten Abstände der Gewindegänge überall gleich sind, d. h. die wellenförmige Gestalt der Gewindeabwicklung setzt sich fort und man erhält ein betrunkenes Gewinde. In dem besonderen Fall, dass die Furchen da, wo die Gewinde ihren vollen Querschnitt haben, schmaler sind als in der Nähe der Gewindebohrerspitze, veranlassen diese, durch bildsame Umgestaltung eine Berichtigung des erzeugten Gewindes, sonst wird es so mangelhaft fertig gestellt, wie es angefangen worden ist.

Die Berichtigung durch Spanabheben erreicht man aber, wenn die Furchen des Gewindebohrers schraubenförmig verlaufen, so dass die einzelnen Schneiden z. B. in der Abwicklung *A b c d*, Fig. 430, liegen. Es tritt alsdann, da die Abstände *A b*, *b c*, *c d* u. s. w. feste sind, ein Kampf ein zwischen den einzelnen, noch wenig ausgebildeten Gewindegängen, welcher durch gegenseitige Nachgiebigkeit schliesslich zum richtigen Verlauf des Gewindes führt.

Es sei bei dieser Gelegenheit besonders hervorgehoben, dass die sonst unzweckmässigen engen Furchen und die unliebsame grosse Reibung, welche nicht hinterschnittene Gewindebohrer in dem Werkstück erfahren, unter Umständen in den Kauf zu nehmen sind zu gunsten der Genauigkeit des schliesslich entstehenden Gewindes. Freilich entsteht dieses Gewinde durch Verdrängen der Teilchen auf Kosten seiner Festigkeit; man lässt sich aber, wenn andere Mittel zur Herstellung möglichst genauer Gewinde fehlen, auch diesen Übelstand noch gefallen. Die Schraubenfläche gehört zu denjenigen (vergl. w. u. unter Vorzeichnen), welche sich mit ihrem Spiegelbild, aber nur mit diesem in den möglichen gegenseitigen Lagen decken und deshalb befähigt sind, sich nötigenfalls gegenseitig zu berichtigen.

Ist ein Muttergewinde in die Wandung eines Loches zu schneiden, dessen Tiefe durch einen Boden begrenzt wird, so werden mittels d

ewindebohrer, soweit sie bisher beschrieben sind, die unteren Gänge cht völlig ausgebildet. Man legt häufig Wert auf die Brauchbarkeit s Gewindes bis auf die Sohle des Loches und erreicht dieselbe dadurch, ss man dem ersten Gewindebohrer einen zweiten folgen lässt, dessen ewindeabstumpfung schroffer verläuft, und, vielleicht nachdem noch n dritter, noch weniger zugespitzter Bohrer benutzt wurde, schliesslich nen Gewindebohrer, den Meisterbohrer oder Grundbohrer anendet, dessen erste Schneide den vollen Gewindequerschnitt herstellt.

Den Namen Meisterbohrer legt man übrigens allgemein den Bohrern ne jede Zuspitzung bei, weil sie zur schliesslichen Berichtigung derjenigen ttels gewöhnlicher Gewindebohrer erzeugten Muttergewinde benutzt werden, f deren genauen Durchmesser besonderes Gewicht gelegt wird.

Für das Schneiden der Bolzengewinde gelten dieselben Grundtze, welche bisher für die Gestaltung der Muttergewinde geltend geacht wurden.

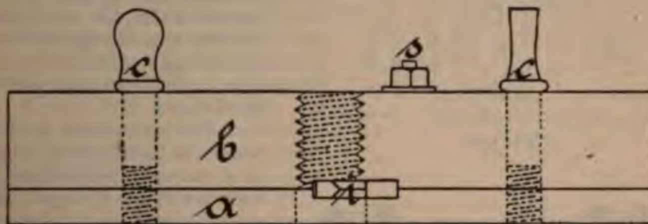


Fig. 431.



Fig. 432.

Fig. 431 stellt das alte, aber noch heute allgemein gebräuchliche Schneidug für hölzerne u. dergl. Bolzengewinde in einer Vorderansicht dar. In der latte *a*, welche mittels der Schrauben *c* mit dem Klotz *b* verbunden ist, findet r gut gerundete Bolzen zunächst soweit Führung, dass seine Achse mit dernigen des Schneidzeuges zusammenfällt. Fig. 432 ist eine Unteransicht des hneidzeuges, nach Hinwegnahme der Platte *a*. Man sieht hier das Messer mit V förmiger Schneide deutlicher als in Fig. 431; es ist in *b* eingesenkt d wird durch den Haken mit Schraube *s* festgehalten. Um die S. 422 behriebene Führung benutzen zu können, muss in erster Linie das Messer *i* so gen, dass es einen Teil des Muttergewindes bildet, welches in den Klotz *b* schnitten ist und demnächst die Führung übernehmen soll. Wird auf die nau richtige Gestalt und Lage des Messers *i* nicht alle Sorgfalt verwendet, gelingt selten, von vornherein ein gutes Gewinde zu erzeugen. Des weiteren ll sich das in *b* geschnittene Muster-Gewinde möglicht genau an den Rücken s Messers *i* schliessen. Das ist, wenn *b* aus Holz besteht, schwer zu erreichen eshalb man neuerdings nicht selten das Gewinde in *b* oder den Körper *b* überupt — natürlich entsprechend zierlich — in Metall ausführt.

Man wendet auch zwei Messer *i* an, die alsdann sich einander gegenüber- gen; das erste Messer hebt den Gewindegang zum Teil aus, das zweite vollndet ihn. Selbstverständlich muss in diesem Falle der Teil des in *b* befind-

lichen Gewindes, welches zwischen den beiden Messern liegt, genau dem Querschnitt entsprechen, welchen das erste Messer ausschneidet. Dem wird häufig nicht genügend Rechnung getragen.

Für kleinere Metallschrauben findet man nicht selten einen Gewindeschneider im Gebrauch, welcher dem soeben beschriebenen sehr nahe verwandt ist. Fig. 433 stellt denselben in zwei Ansichten dar. Nahe dem Rand einer Stahlplatte *A* ist ein Muttergewinde geschnitten, alsdann der Rand geöffnet und die Oberfläche der Platte so bearbeitet, dass sie dem oberen Gewindegange folgt. Setzt man nun, nachdem dieses Werkzeug gehörig gehärtet ist, dasselbe in richtiger Weise auf den etwas zugespitzten Bolzen und dreht es unter stetigem Andruck, so schneidet die Gewindekante *i* des Werkzeugs das zu bildende Gewinde voll aus. Wegen der elastischen Nachgiebigkeit des Werkstückes finden auch die auf *i* folgenden Kanten noch Gelegenheit schabend dünne Späne abzuheben und hierdurch das erzeugte Gewinde zu berichtigen.

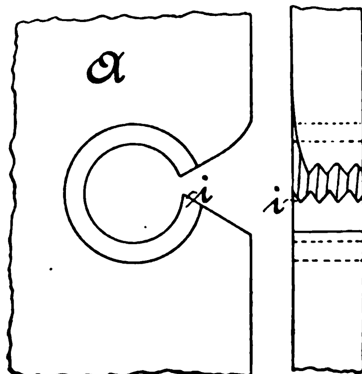
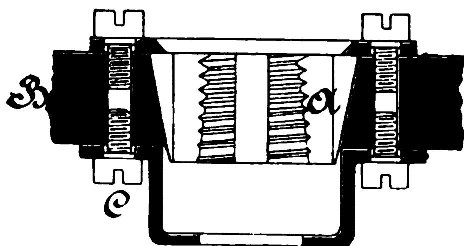


Fig. 433.

Zum Schneiden gröberer Gewinde in Metall muss man jedoch den auszuschneidenden Teil in mehrere Späne zerlegen, was nach denselben Grundsätzen stattfindet, welche (S. 424) bei dem Schneiden der Muttergewinde genannt sind. Fig. 434 u. 435 zeigt einen derartigen Gewindeschneider im Schnitt bezw. in Ansicht[1]). Der eigentliche Gewindeschneider *A* ist in zwei Hälften hergestellt, die in einem Rahmen *B* gut festgehalten werden. An letzterem ist ein Führungsring *C* befestigt, welcher die gleichachsige Lage des Bolzens und des Gewindeschneiders herbeiführen hilft. Man hat nun die Gewindegänge, soweit sie nicht durch die Spanwege *x* ganz beseitigt sind, durch Kegelflächen so abgestumpft, dass nur der obere den vollen Gewindequerschnitt ausschneidet. Die Abstumpfung ist unrund, so dass sie der betreffenden Schneidkante einen Ansatzwinkel giebt.



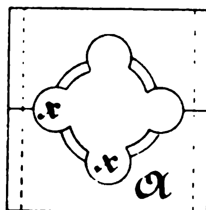
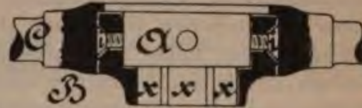


Fig. 434 u. 435.

Wenn Gewindebohrer wie Gewindeschneider sich abnutzen, so werden die betr. Muttern enger, die

[1]) Le génie industriel, Febr. 1858, S. 62 m. Abb.
Polyt. Centralbl. 1858, S. 441 m. Abb.
D. p. J. 1871, 202, 172 m. Abb.
Z. d. V. d. I. 1885, S. 198 m. Abb.

ter. Dieser Umstand bedingt eine gewisse Einstellbarkeit der
n Werkzeuge. Der durch Fig. 435 dargestellte Gewinde-
st zweiteilig, so dass eine mässige Näherung der beiden Hälften
ierigkeiten bereitet. Besser ist die Nachstellbarkeit, welche
merikanischen Gewindeschneidern findet. In dem Grundriss
36 bezeichnet *A* den aussen kreisrund abgedrehten Gewinde-
dessen Lücken *x* ziemlich weit sind. Der Gewindeschneider
en, so dass zwei, in dem
gebrachte Schrauben *i* ihn
zusammendrücken können.
e Verengung in mässigen
eibt, greift in den Spalt
eschneiders die Spitze der
n Schraube *m*.



em Ring *B* ist ein Ansatz
vermöge dessen die gleich-
e des Werkstückes und Werk-
onnen wird; derselbe muss
n man das Gewinde bis nahe
pf eines Bolzens schneiden
esem Fall ist überdem ein
neider hinter dem Vorschneider
en, dessen Zahnabstumpfung
läuft als diejenige des Vor-
oder wie der Grundbohrer
Zahnabstumpfung überhaupt
lt.

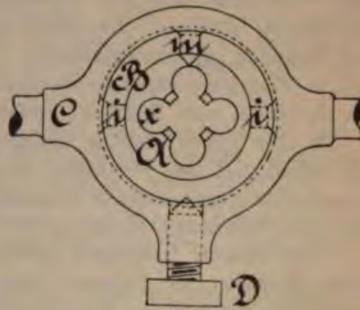


Fig. 436.

ing *B* mit dem Gewinde-
ist endlich mittels der
in dem Wendeeisen *C* festgeklemmt.

worth's[1]) Gewindeschneidkluppe, sowie diejenige Rein-
und andere erreichen den vorliegenden Zweck noch vollkom-
em sie jede der 3, bezw. 4 Zahngruppen in der Richtung des
s zu verschieben gestatten.

ie Nachstellbarkeit im vorliegenden Sinne haben auch einige
reranordnungen einige Bedeutung. Es sind solche ausdehn-
debohrer in den unten verzeichneten Quellen[3]) beschrieben.

noch heute vielfach gebräuchliche Gewindeschneidwerkzeuge für
lzen sind mit Backen versehen, welche im wesentlichen aus zwei
rteten Muttern bestehen. Die Backen sind in eine Kluppe gelegt,
lcher sie innerhalb weiter Grenzen einander genähert, bezw. von-
fernt werden können. Man öffnet zunächst die Kluppe so weit, dass
über den Bolzen geschoben werden können, nähert sie, nachdem
ppe auf den Bolzen gebracht hat, so weit, dass die inneren Kanten
ewindes auf mässige Tiefe in die Oberfläche des Bolzens eindringen

chtl, technolog. Encyklop. Bd. 13, S. 473 m. Abb.
V. d. I. 1885, S. 201 m. Abb.
J. 1877, **223**, 570 m. Abb.
V. d. I. 1884, S. 124 m. Abb.; S. 402 m. Abb.; 1885, S. 91 m. Abb.
tzapffel, Turning and mech. manipulation, Bd. 2, S. 590 m. Abb.
t. Centralbl. 1873, S. 620 m. Abb. The Engineer, März 1873,
bb., Juni 1880, S. 421 m. Abb.

und dreht die Kluppe, um ein seichtes Gewinde in verlangter Länge zu erzeugen. Hierauf nähert man die Backen mehr und führt das Werkzeug wieder über den Bolzen u. s. f. bis zur Fertigstellung des Gewindes. Solches Verfahren ist höchst fehlerhaft, indem naturgemäss die inneren Kanten des Muttergewindes einen grösseren Steigungswinkel haben, als der Umfang des Bolzengewindes. Auch andere Übelstände sind mit diesem Gewindeschneidverfahren gepaart[1]. Um so weniger ist zu rechtfertigen, auch die Gewindebohrer für gleiches Verfahren einzurichten[2].

Unter Gewindeschneidmaschinen versteht man z. Z. solche Einrichtungen, vermöge welcher die gegensätzliche Drehbewegung der bisher besprochenen Werkzeuge gegenüber den Werkstücken nicht durch Wendeeisen unter ausschliesslicher Benutzung der Menschenkräfte, sondern durch eine irgendwie betriebene Maschine hervorgebracht werden, welche auch die richtige gegenseitige Lage des Werkzeuges gegenüber dem Werkstück von der Geschicklichkeit des Arbeiters im wesentlichen unabhängig machen. Sie lassen sich ihrer Wirksamkeit nach in folgende drei Gruppen zusammenfassen:

a. Die gegensätzliche Drehrichtung wechselt; der Vorlauf erzeugt das Gewinde, der Rücklauf befreit das Werkstück von dem Werkzeug.

b. Die gegensätzliche Drehrichtung ist stetig; nach vollzogener Arbeit öffnet sich das Werkzeug derartig, dass es das Werkstück frei lässt.

c. Die gegensätzliche Drehrichtung ist stetig; das Werkstück gleitet über das Werkzeug hinweg, bezw. durchschlüpft dasselbe.

Die älteren Maschinen gehören der Gruppe a an[3]; es seien von dieser Gruppe nur folgende erwähnt. Die angetriebene Spindel liegt wagerecht; sie hat im wesentlichen nur die Drehbewegung auszuführen, während ihr gegenüber ein Schlitten angebracht ist, mit dessen Hilfe die Schaltbewegung durchgeführt wird. Man befestigt am Schlitten entweder das Werkstück oder das Werkzeug und am Kopf der Spindel den anderen Teil des Paares, womöglich unter Benutzung selbstausrichtender Futter (s. w. u. unter Anfassen und Festhalten) und schiebt den Schlitten nach Umständen unter Benutzung eines Hebels gegen die Spindel und zwar mit solcher Kraft, dass die Bildung des Gewindes in dem w. o. erörterten Sinne stattfindet. Nach einigen Umdrehungen wird der Schlitten selbstthätig herangezogen. Nach Fertigstellung des Gewindes weschselt man die Drehrichtung der Spindel, wodurch der Schlitten selbstthätig zurückgeschoben wird.

Hierher gehören u. a. die Maschinen von Freund[4], Poulot[5] und Weise & Monski[6]. Letztere Maschine wird in geschickter Weise durch Reibungsräder angetrieben.

Ferner sind zu nennen die Maschinen von Kreuzberger[7] und Brown

[1]) Vergl. hierüber: Z. d. V. d. I. 1885, S. 200 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1840, **76**, 177 m. Abb., **77**, 165 m. Abb.
[3]) Vergl. Z. d. V. d. I. 1885, S. 219.
[4]) Wiebe, Maschinenbaumaterialien, Stuttgart 1858, S. 604 m. Abb.
[5]) Prakt. Masch. Constr. 1868, S. 189 m. Abb.
[6]) Prakt. Masch. Constr. 1876, S. 276 m. Textfiguren.
D. p. J. 1877, **225**, 42 m. Abb.
[7]) Publ. industr. 1872, Bd. 20, S. 73 m. Abb.

harp[1]). Bei ersterer drehen sich zwei durch Vorgelege angetriebene Zahnler, bei letzterer zwei Riemenrollen in entgegengesetzter Richtung und mit schiedenen Geschwindigkeiten lose um die Spindel; sie können sich nicht schieben. Die Spindel trägt zwischen den beiden Rädern bezw. Riemrollen en doppelten Klauenmuff, welcher mit Klauen der Räder bezw. Riemenrollen rch Verschiebung der Spindel in Eingriff gebracht werden kann. Schiebt n nun den Schlitten gegen die Spindel, so wird durch den Druck zwischen rkstück und Werkzeug die Spindel so weit verschoben, dass die hintere ppelung eingreift und dadurch die zutreffende Drehrichtung und Drehgewindigkeit herbeigeführt wird; zieht man hingegen den Schlitten zurück, tritt die rückläufige Drehrichtung ein. In der Mittelstellung der Spindel t dieselbe.

Diese Einrichtung spart zweifellos viel Zeit. Die Klauenkupplungen versachen Stösse, weshalb sie zweckmässig durch Reibungskupplungen ersetzt rden.

In anderer Weise wird Zeitersparnis dadurch angestrebt, dass gleichzeitig hrere Werkstücke bearbeitet werden. Wiebe[2]) beschreibt eine Maschine, lche zwei nebeneinander liegende Arbeitsspindeln enthält. Jede derselben ist einem Ende zur Aufnahme eines Bolzens, am anderen Ende zur Aufnahme es Gewindebohrers eingerichtet, während diesen Enden gegenüber auf den ndern der Tropfschalen gleitende Schlitten sich befinden, welche die Gendeschneider bezw. die zu schneidenden Muttern tragen.

Watteeu[3]) ordnet strahlenförmig 6 liegende Gewindeschneidmaschinen die senkrechte Antriebswelle. Während die Maschinen arbeiten, kreisen sie die senkrechte Welle, wobei selbstthätig der Rechts- und Linksbetrieb, wie r Stillstand jeder Maschine hervorgebracht wird. Der Arbeiter beseitigt den schnittenen Bolzen oder die mit Gewinde versehene Mutter und ersetzt sie rch zu bearbeitende Werkstücke, während die betr. Spindel vor seinem Stande in Ruhe sich befindet.

Die Maschinen der Gruppe b zeichnen sich ohne weiteres den vorigen genüber dadurch aus, dass sie der Rückwärtsdrehung der Spindel nicht dürfen. Hierzu tritt noch der Vorteil, dass die Gewindeschneidzeuge ehr geschont werden, indem sie nur den halben Weg gegenüber den erkstücken zurückzulegen haben.

Sellers[4]) lieferte zuerst eine derartige Maschine. Dem äusseren Aussehen ch unterscheidet sich Sellers Maschine fast gar nicht von anderen Gendeschneidmaschinen. Die Spindel bringt nur die Drehbewegung hervor, hrend die Schaltbewegung einem Schlitten überlassen ist, welcher den mit winde zu versehenen Bolzen trägt und so lange mittels der Hand gegen die Kopfe der Spindel befindlichen Schneidbacken gedrückt wird, bis diese ihn bstthätig heranziehen. Die Spindel besteht aber aus zwei ineinander geckten Röhren, von denen die innere die Arbeitsbewegung des Gewindeneiders hervorzubringen hat, während durch eine gegensätzliche Drehung der sseren gegenüber der inneren Röhre der Gewindeschneider geöffnet, bezw. geblossen wird. Die vier Backen, welche den Gewindeschneider bilden, sind mlich im Kopf der inneren Röhre in der Richtung der Halbmesser verhiebbar gelagert; der Kopf der äusseren Röhre enthält spiralförmige Leisten, lche in Nuten der Backen greifen und folglich bei gegensätzlicher Drehung ider Teile die Verschiebung bewirken. Während der Arbeit wird die äussere hre von der inneren mitgenommen, hierauf aber durch eine Reibungskupplung

---

[1]) D. p. J. 1875, **218**, 20 m. Abb.

[2]) Wiebe, Maschinenbaumaterialien 1858, S. 606 m. Abb.

[3]) D. p. J. 1870, **197**, 6 m. Abb.

[4]) Polyt. Centralbl. 1860, S. 936 m. Abb.; D. p. J. 1863, **167**, 9 m. Abb.; vilingenieur 1864, S. 21 m. Abb.
Hart, Werkzeugm., 2. Aufl. 1874, S. 327 m. Abb.

der äusseren Röhre für kurze Zeit eine grössere Winkelgeschwindigkeit gegeben, als die innere hat, wodurch die Backen weit genug nach aussen geschoben werden, um den fertigen Bolzen ohne weiteres mittels des Schlittens zurückziehen zu können.

Der Grundgedanke dieser Sellers'schen Maschine ist vielfach anders ausgebildet worden[1]), wobei bemerkt werden mag, dass die sämtlichen hier in Frage kommenden Maschinen liegend angeordnet sind.

Bei der Breitfeld'schen Maschine[2]) haben die senkrechten Spindeln, welche mit ihrem Gestell um die senkrechte Antriebswelle kreisen, sowohl die Arbeits- als auch die Schaltbewegung auszuführen. Der zu öffnende Gewindeschneider ruht auf einem mit dem erwähnten Gestell fest verbundenen Tisch. Um nun die Werkstücke auswechseln zu können, wird die Zange, welche das Werkstück festhält, von der Spindel nur durch eine Klauenkupplung umgedreht, welche sich löst, sobald die Spindel nicht nach unten gedrückt wird.

Sack[3]) hat eine ähnliche Anordnung wie Breitfeld gewählt, giebt aber den untenstehenden Spindeln nur die Arbeitsbewegung, während die über ihnen sich befindenden Gewindeschneider in der Achsenrichtung des Gewindes sich verschieben. Behufs Auswechselns der Werkstücke wird die betr. Spindel zum Stillstand gebracht.

Die Wirkungsweise, welche die Maschinen der Gruppe c kennzeichnet, kommt (abgesehen von den sogen. Stiftschrauben) nur für das Schneiden der Muttern in Frage. Man kann sie bei den Maschinen der vorigen Gruppe hervorbringen, wenn man den Gewindebohrer in den Kopf der Spindel steckt und die zu schneidende Mutter gegenüber befestigt. Nachdem das Gewinde des Bohrers die Mutter durchschlüpft hat, löst man ihn von der Spindel, so dass er niederfällt oder hinweggenommen werden kann. Insbesondere ist die Breitfeld'sche und Sack'sche Maschine in dieser Weise zu verwenden.

Smith & Coventry[4]) lassen die senkrechten Spindeln, welche die Gewindebohrer tragen, sich nur drehen, während die zu schneidenden in senkrecht verschiebbaren Schlitten liegenden Muttern nach oben gedrückt werden. Nach dem Schneiden einer Mutter fällt der Bohrer in den Öl- oder Seifenwasserfänger, in welchen er sich abkühlen soll.

Watteeu's Mutternschneidmaschine[5]) ist mit 12 kurzen, hohlen Spindeln versehen, welche in einer langsam kreisenden, das Triebwerk enthaltenden Scheibe gelagert sind. Die Spindeln enthalten sich genau den (zur Achse gleichlaufenden) Furchen der Gewindebohrer anschliessende Futter. Unterhalb der Spindeln, von deren unteren Enden nur wenig entfernt, befindet sich eine kreisförmige, in ihrer ganzen Länge geschlitzte Bahn, welche nur an einer Stelle, dem Standorte des Arbeiters, unterbrochen ist. Derselbe soll eine zu schneidende Mutter, auf die Bahn legen und gleichzeitig — mit der anderen Hand — einen Ge-

---

1) Wedding, Z. d. Vereins f. Gewerbfleiss 1869, 147 m. Abb.; Wiebe's Skizzenbuch 1869, Heft 65, Blatt 5.
Gschwindt & Zimmermann, Hart's Werkzeugmasch., 2. Aufl. 1874, S. 341 m. Abb.
Billeter, Prakt. Masch. Constr. 1878, S. 62 m. unvollst. Abb.
Schlenker, Prakt. Masch. Constr. 1878, S. 89 m. unvollst. Abb.
Heap, D. p. J. 1878, **228**, 21 m. Abb.
Kerschaw, D. p. J. 1872, **205**, 302 m. Abb.
Weise & Monski, Prakt. Masch. Constr. 1878, S. 172 m. Textfigur.

2) Wiebe's Skizzenbuch 1873, Heft 86, Bl. 6.
D. p. J. 1874, **212**, 445 m. Abb.

3) Prakt. Masch. Constr. 1875, S. 39 m. unvollst. Abb.

4) Prakt. Masch. Constr. 1868, S. 236 m. Abb.

5) D. p. J. 1870, **197**, 7 m. Abb.

ndebohrer so durch das betr. Futter stecken, dass dessen Spitze in gehöriger eise in die Mutter greift. Der Gewindebohrer dreht sich mit dem Futter a seine Achse, während die Mutter durch die Ränder der Bahn hieran geadert wird; er dreht sich ferner um die Mittelachse der Maschine und nimmt bei die Mutter, sie ihrer Bahn entlang schleifend mit sich fort. Wenn die hn durchlaufen ist, so ist das Gewinde geschnitten; der Gewindebohrer und Mutter fallen in den Ölfänger.

Wedding[1]) scheint zuerst die Gewindebohrer in nach oben gerichteter ge benutzt zu haben. Dieses Verfahren hat den Vorteil, dass es kein Einannen des Gewindebohrers verlangt, vielmehr genügt, den viereckigen, zuspitzten Kopf desselben in eine entsprechende Vertiefung der Spindel zu cken, um ihn genügend mit dieser zu verbinden. Es bringt ferner das Annehme mit sich, dass man den Antrieb der Spindeln unter den Arbeitstisch gen kann, wodurch das Maschinengestell standhafter ausfällt. Die zu schneinde Mutter wird unter den an Stangen geführten Schlitten gelegt, natürlich eine geeignet gestaltete Vertiefung. Der Druck des Schlittens genügt, um n Angriff des Gewindebohrers einzuleiten. Die Mutter schlüpft über diesen nweg und legt sich um den glatten Hals des Bohrers. Nachdem mehrere uttern hier sich gesammelt haben, wird der Gewindebohrer ausgehoben, von n Muttern befreit wieder eingesetzt u. s. w.[2]).

Zu ausführlicherem Quellenstudium über das Gewindeschneiden emehle ich die unten verzeichnete Arbeit[3]).

γ. Werkzeug und Werkstück werden gegensätzlich in sten Bahnen geführt.

Die hierher gehörigen Werkzeuge bezw. Werkzeugmaschinen unterheiden sich von den bisher erörterten durch die freiere Gliederung, dem besondere Teile zum Abheben der Späne, von diesen unabhängige ile zur gegenseitigen Führung dienen. Sie werden teilweise deshalb gewendet, weil die Natur der zu bearbeitenden Stoffe eine wirksame teiligung des Werkstückes an der Führung der Schneidwerkzeuge nicht stattet, teils, weil man wünscht, die Gestalt der Schneidwerkzeuge von r Rücksicht auf deren Führung unabhängig zu machen, teils endlich, n ohne besondere Geschicklichkeit, bezw. Sorgfalt des Arbeiters genau stimmte Gestalten und genau bestimmte Abmessungen derselben herrzubringen.

Ein näheres Eingehen auf die in Rede stehenden Werkzeuge bezw. aschinen soll an diesem Orte nur insofern stattfinden, als die Eigenart er Werkzeuge durch die andere Führung beeinflusst wird, im übrigen erde ich mich begnügen, eine Übersicht zu geben.

a. Die Führung dient nur der Gewinnung bestimmter Spantärken, bezw. Abschnittlängen.

Es gehören hierher gewisse Lumpenschneider, die meisten äckselmaschinen, manche Fleischschneidemaschinen, Zündolzstäbchen-Schneidmaschinen u. s. w.

Lumpen oder Hadern, Stroh, welches zu Häcksel, Fleischstreifen, die in ürfel, Holzspäne, welche in Zündholzstäbchen zerlegt werden sollen, auch zu rschneidenden Tabak führt man mittels Walzen, oder einer anderen sicheren

[1]) Wiebe's Skizzenbuch 1869, Heft 65, Bl. 9.
[2]) Vergl. auch Prakt. Masch. Constr. 1873, S. 35 m. Abb.
[3]) Hermann Fischer, über das Schneiden der Schraubengewinde, Z. d. d. I. 1885, S. 197, 217, 257 m. Abb.

Speisevorrichtung über eine feste, meistens metallene Fläche, an deren Rande ein scherenartiges, oder ein Messer mit kleinerem Schneidwinkel vorübergeführt wird, und dabei dasjenige abschneidet, was über den Rand hervorragt. Das, bezw. die Messer bewegen sich entweder in einer zur erwähnten Stützfläche winkelrechten Ebene[1]) oder in einer Trommelfläche[2]). Weiche Stoffe bedingen eine Vorrichtung, durch welche sie vor eintretendem Schneiden fest genug zusammengedrückt werden (vergl. S. 373).

Hier verdienen diejenigen Maschinen zum Abheben dicker Späne, oder Furnüre, welche ohne die Führung zwischen Werkstück und Werkzeug (vergl. S. 389) arbeiten, erwähnt zu werden. Brunel nahm 1806 ein Patent[3]) auf eine derartige Plan-Furnürhobelmaschine. Die in einer Spirale schneidende Maschine wurde in Reval[4]) erfunden.

Ein Messer schneidet den Span von dem kreisenden Holzblock ab. In der Quelle wird hervorgehoben, es sei zweckmässig, das Messer dem Werkstück ebenso zu nähern, wie den Drehstahl mittels betr. Schlitten bei Drehbänken[5]).

Beide Maschinen sind später vielfach vervollkommnet und werden auch zur Erzeugung bis 9 *mm* dicker Bretter benutzt.

b. Die Führung dient zur Erzeugung einer bestimmten Gestalt und genauer Abmessung derselben.

Unter diese Überschrift gehört das ganze grosse Gebiet der sogenannten Werkzeugmaschinen. Es sei hier nur der Umstände gedacht, welche eine andere Gestaltung der Werkzeuge, als bei dem unter β erörterten Führungsverfahren bedingen oder doch gestatten. Die Führungsarten selbst werden teilweise unter Festhalten, Zuteilen und Bewegen (6. Abschn. d. B.) teilweise im 2. Bande näher besprochen werden.

Auf dem Gebiet der Metallbearbeitung und für verwandte Zwecke kommen im vorliegenden Sinne die Fräser in Frage. Sie bestehen aus einer ringförmigen Anordnung einzelner Schneiden, die (meistens) einen, der Gestalt des herzustellenden Gegenstandes genau angepassten Längenverlauf haben.

Der Langlochbohrer, Fig. 437, gehört zu den einfachsten Fräsern, enthält derselbe doch nur 2 Schneiden. Derselbe ist lediglich ein (Metall-) Centrumbohrer ohne Centrumsspitze. Wenn derselbe, nachdem er um die Spandicke in das Werkstück eingesenkt ist, eine Verschiebung entlang der Oberfläche des letzteren erfährt, so schneidet er eine flache Furche, deren Weite seinem Durchmesser entspricht. Diese Furche ist durch wiederholte Spanabnahme zu vertiefen und wird schliesslich zu einem länglichen Loch.

Fig. 438 stellt einen Fräser mit zahlreichen Schneiden dar. Man fertigt derartige Fräser nicht allein — wie vorliegend — aus einem Stück, sondern bildet sie auch durch Einsetzen der Zähne in einen Kopf, das Werkzeug dann Fräskopf, in besonderen Fällen auch Bohrkopf nennend.

---

[1]) Für Lumpen: D. p. J. 1841, **81**, 92 m. Abb.; 1843, **88**, 114 m. Abb.
Für Häcksel: Zeitschr. d. Ver. f. Gewerbfleiss 1882, S. 107 m. Abb.
Für Zündhölzchen: Prakt. Masch. Constr. 1873, S. 35 m. Abb.; Z. d. V. d. I. 1877, S. 272 m. Abb.

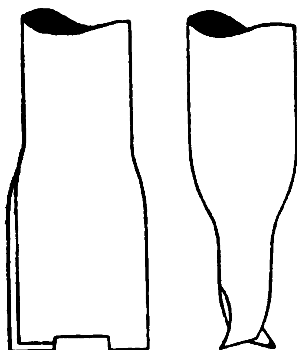
[2]) Für Lumpen: D. p. J. 1834, **53**, 16 m. Abb.
Samml. v. Zeichnungen f. d. Hütte 1864, Bl. 27; 1868, Bl. 21.
Für Häcksel: Zeitschr. d. Ver. f. Gewerbfleiss 1882, S. 113 m. Abb.
Für Blechabfälle: D. p. J. 1885, **256**, 17 m. Abb.

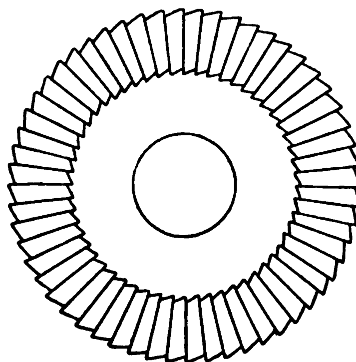
[3]) Engl. Patent No. 2968 vom 22. März 1806.

[4]) Jahrb. d. Wiener polyt. Inst. 1819, Bd. 1 (2. Aufl. 1824, S. 427); 1822, Bd. 3, S. 309 m. Abb.

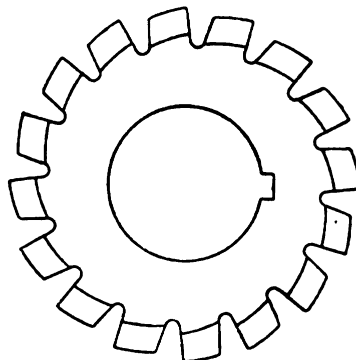
[5]) D. p. J. 1869, **192**, 17 m. Abb.
Z. d. V. d. I. 1877, S. 270 m. Abb.

Beiden Fräserarten ist der Mangel eigen, dass gelegentlich des Schärfens der Schneiden die Gestalt der letzteren sich ändert, wenn nicht ganz besondere Sorgfalt angewendet wird. Der durch Fig. 439 dargestellte Fräser ist in dieser


Fig. 437.


Fig. 438.

Beziehung vorteilhafter. Man hat seinen Querschnitt auf der Unrunddrehbank (S. 425) erzeugt und dann die Lücken, welche die Zähne als solche erscheinen lassen, ausgeschnitten. Vermöge dieser Herstellungsweise füllt nicht allein jeder Zahn denselben Querschnitt aus, sondern dieser Querschnitt bleibt auch erhalten, wenn behufs des Schärfens von jeder Zahnbrust gleichviel abgeschliffen wird. Das Schleifen wird zweckmässig unter Benutzung einer Teilscheibe oder einer anderen Teilvorrichtung vorgenommen. Der durch Fig. 439 abgebildete Fräser eignet sich aus angegebenen Gründen besonders zu genauer Ausbildung der Räder-Zahnlücken, ebenso für die Gestaltung sonstiger Querschnitte, die in grösserer Zahl und genau übereinstimmend herzustellen sind.


Fig 439.

Für Holz finden den hier beschriebenen ähnliche Fräser Verwendung, nur wird der Schneidwinkel der Schneiden entsprechend kleiner gemacht, auch ist die Zahl der Schneiden geringer als bei den Metallfräsern, ja, meistens begnügt man sich mit zwei Schneiden. Dazu giebt die gebräuchliche grosse Geschwindigkeit Veranlassung, welche auf 20 und mehr *m* in der Sekunde gesteigert wird. Diese grosse Geschwindigkeit macht die grosse Schneidenzahl entbehrlich, gleichzeitig aber auch eine geringe wünschenswert. Sie bedingt nämlich, dass die Schwerachse des Holz-Fräsers oder Messerkopfes mit der Drehachse desselben genau zusammenfällt. Zu diesem Zwecke wägt man den Messerkopf sorgfältig ab[1]) und berichtigt ihn, bis das bezeichnete Ziel erreicht ist, welche Arbeit, wie leicht ersichtlich, bei geringerer Schneidenzahl weniger Schwierigkeiten macht, als bei grösserer.

Die Erzeugung reicherer Gliederungen erfordert wegen der geringen Querfestigkeit des Holzes, dass der Fräser oder Messerkopf sowohl in der einen, als auch in der anderen Drehrichtung zu arbeiten vermag. Diesem Zwecke ist die durch Fig. 440 dargestellte Gestalt angepasst. Es sind in jeder Drehrichtung

[1]) D. p. J. 1884, 251, 294 m. Textbildern.

zwei Schneiden und Ansatzwinkel vorhanden. Allerdings liegen die nicht arbeitenden Schneiden mit den arbeitenden in gleicher Drehfläche, allein die

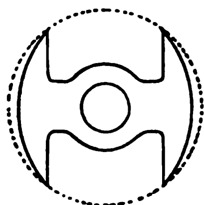


Fig. 440.

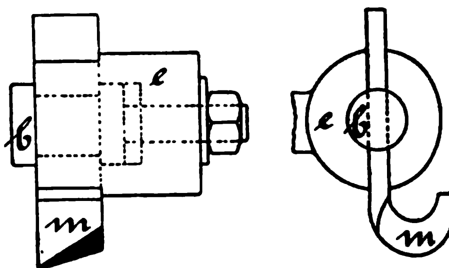


Fig. 441.

Weichheit des Holzes setzt dem wiederholten Verdrängen verhältnismässig wenig Widerstand entgegen, so dass man sich den damit verbundenen Übelstand zu gunsten des Zweckes dieses Fräsers gefallen lassen kann.

Fig. 441 stellt das äussere Ende eines Messerkopfes für eine Schrupphobelmaschine dar. Mit der Arbeitsspindel derselben ist ein Doppelarm verbunden, in dessen beiden Enden *e* die gebogenen Messer *m* befestigt sind. Der gerade Teil jedes Messers *m* ruht in einem Schlitz des Kopfes *e* und ist durch ein längliches Loch des Bolzens *b* gesteckt. Durch Anziehen der Mutter dieses Bolzen wird *m* fest in die Sohle des in *e* angebrachten Schlitzes gepresst. Auf die Bearbeitung mittels des vorliegenden Messerkopfes lässt man zuweilen — wie bei den Handhobeln (S. 391) — diejenige mittels der Schlichthobelmaschine folgen, deren Schneiden (es handelt sich um die Erzeugung ebener Flächen) geradlinig sind. Die Schneiden sind länger als die jedesmalige Schnittbreite, so dass die bei dem Handschlichthobel nötige Abrundung der Schneidenenden hier hinwegfällt. Da sich aber das Messer im Kreise über das Holz bewegt, so würde die am meisten nach aussen liegende Ecke des Messers das Holz in störender Weise verletzen können, wenn die Schneide in einer zur Drehachse winkelrechten Ebene läge. Man richtet sie daher so, dass sie die Fläche eines sehr stumpfen Kegelmantels (mit etwa 170° Spitzenwinkel) beschreibt.

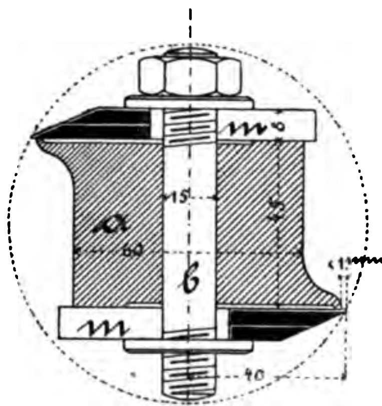


Fig. 442.

Derartige Messerköpfe kommen indes nur bei dem sogenannten Abrichten, Ebnen, und meistens nur für harte Hölzer in Anwendung.

Der gebräuchlichste ist der walzenförmige Messerkopf; ein Beispiel eines solchen zeigt Fig. 442 im Querschnitt. Die Welle *a* desselben ist mit zwei Flächen versehen, gegen welche sich die Messer *m* legen; Bolzen *b* drücken letztere fest auf erstere. Da nun jedes Messer nur während eines kurzen Teiles seines Weges arbeitet, so würde ein Aufdrücken der ebenen Messer auf ebene Flächen der Welle *a* kein genügend sicheres Anliegen der Messer in der Nähe ihrer Schneiden herbeiführen: jeder Schnitt würde die Schneide etwas abheben und das Zurückschnellen derselben nach vollbrachtem Schnitt würde nicht allein belästigendes Geräusch verursachen, sondern auch zur Lockerung der Messer Veranlassung geben. Deshalb sind die Flächen der Welle *a* ein wenig hohl gemacht, und die Messer auf sie nur in der Nähe der Schneide und an dem dieser entgegengesetzt liegenden

Rande gestützt, sie werden durch die Bolzen *b* ein wenig durchgebogen und legen sich, vermöge der entstehenden Spannung so fest auf, dass ein zeitweises Abheben unmöglich wird. Die Schneiden des vorliegenden Kopfes beschreiben einen Kreis von 95 *mm* Durchmesser und drehen sich mit ihrer Welle minutlich 4000 mal.

Der Umstand, dass jede Schneide nur einen kurzen Bogen in Berührung mit dem Werkstück zurücklegt, führt zu Erschütterungen der Maschine. Man hat deshalb die Schneiden schraubenförmig gemacht, so dass die eine derselben noch arbeitet, während die andere einen neuen Schnitt beginnt. Dem steht indessen die Schwierigkeit des genauen Schleifens solcher Messer entgegen. Unter den hierher gehörenden Vorschlägen[1]) verdient derjenige Arbey's wohl die meiste Beachtung; Fig. 443 versinnlicht denselben in einer Querschnittsfigur. Die Welle *a* hat eine gewundene Gestalt; auf dieselbe sind sehr dünne Klingen *m* gelegt, welche durch die kräftigen, gewundenen Platten *b* nahe der Kanten, welche zum Schneiden dienen sollen, fest gegen die Flächen der Wellen gedrückt werden. Man schleift nun die Klingen, indem der Messerkopf um seine Zapfen kreist und ein rasch kreisender Schleifstein genau gleichlaufend mit der Drehachse des Messerkopfes verschoben wird. Auf diesem Wege wird natürlich ein Ansatzwinkel für die Schneiden nicht gewonnen. Da indessen die Klingen dünn sind, so darf auf einen solchen verzichtet werden.

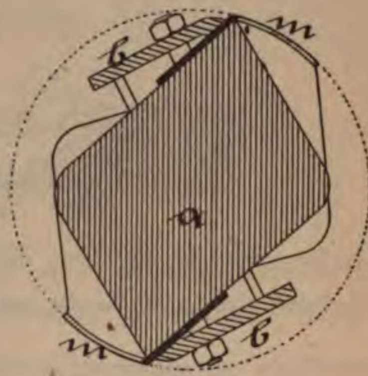


Fig. 443.

Eigentümlich ist, dass die walzenartigen Messerköpfe die Messer ausschliesslich an ihrer Aussenseite tragen, so dass man, sie anblickend unwillkürlich an die Gefahr des Abfliegens der Messer denkt. Einer der ältesten Messerköpfe, wenn nicht der erste[2]), legt die Messer an die Innenseiten von Hervorragungen des eigentlichen Kopfes, und schliesst damit die Möglichkeit jener Gefahr aus.

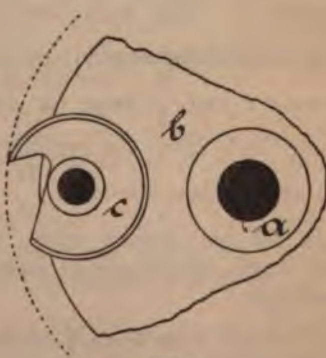


Fig. 444.

Ähnlich sicher ist die Befestigungsweise des Messers in dem Nut- bezw. Federkopf, welchen Fig. 444 darstellt; derselbe dient gleichen Zwecken, wie der früher (S. 393) beschriebene Nut- und Federhobel. Auf der Welle *a* sind zwei Scheiben *b* befestigt, zwischen denen die eigentümlich gestalteten Messer *c* eingeklemmt und mittels Bolzen befestigt sind. Die Messer sind stählerne Drehkörper; es ändert sich sonach der von ihren Schneiden bestrichene Querschnitt nicht durch das Nachschleifen der Brust derselben. Nur ist nach Umständen nötig, die Messer *c* nach ihrer Schärfung ein wenig um ihre Befestigungsbolzen zu drehen, damit nämlich die Schneiden genau gleiche Entfernung von der Drehachse erhalten.

---

[1]) Z. d. V. d. I. 1885, S. 775 m. Abb.
[2]) Engl. Pat. vom 23. Febr. 1832; D. p. J. 1833, **47**, 94 m. Abb.

Es bedeuten die punktierten Kreise in Fig. 445 die Bahnen eines Messerkopfes oder eines Fräsers, welcher gleichlaufend mit der Bildfläche sich in gerader Linie über das Werkstück hinweg bewegt, die Spandicke δ von diesem abhebend. Auf ein *m* des Weges entfallen *n* Schnitte des

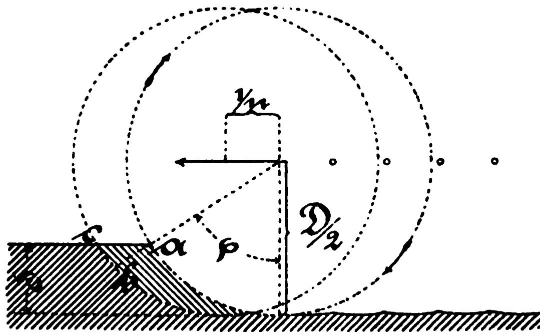


Fig. 445.

Werkzeuges, oder die Achse desselben schreitet gegensätzlich zu dem Werkstück bei jedem Schnitt um $\frac{1}{n}$ *m* vor. Dann besteht die gebildete Fläche aus aneinander gereihten Mulden, deren Breite $\frac{1}{n}$ *m* beträgt und deren Krümmungshalbmesser ein wenig grösser ist als der Halbmesser $\frac{D}{2}$. Man kann diese wellenförmige Gestalt der mittels Fräser oder Walzenhobelmaschine gebildeten Fläche, demnach durch Wahl eines grossen *n* und $\frac{D}{2}$ zwar für das Auge unkenntlich machen. In diesem Sinne legt man die geraden Messer nicht selten in eine Kegelfläche (S. 436), indem hierdurch $\frac{D}{2}$ erheblich (bei etwa 170° Spitzenwinkel rund 12 mal) grösser wird. Ganz ist jedoch die Natur dieser Flächen nur durch nachträgliches Bearbeiten (insbesondere durch Schleifen) zu beseitigen.

$\frac{1}{n}$ ist stets klein $\left(\text{für Holz zwischen } \frac{1}{600} \text{ bis } \frac{1}{4000}\right)$, man kann daher zur Bestimmung der wirklichen Spandicke *a b* folgendes Rechnungsverfahren einschlagen:

$$\overline{ab} = \overline{ac} \, . \sin \widehat{acb}$$

$$\widehat{acb} = \varphi; \; \overline{ac} = \frac{1}{n}, \text{ also}$$

$$\overline{ab} = \frac{1}{n} \sin \varphi.$$

Für φ erhält man aber den Wert:

$$\frac{\frac{D}{2} - \delta}{\frac{D}{2}} = \cos\varphi; \text{ sonach:}$$

$$\sin\varphi = \sqrt{1 - \cos^2\varphi} = \sqrt{1 - \frac{D^2 - 4\,D\,.\,\delta + 4\,\delta^2}{D^2}}$$

$$\sin\varphi = 2\sqrt{\frac{\delta}{D} - \frac{\delta^2}{D^2}}, \text{ oder}$$

$$a\,b = \frac{2}{n}\sqrt{\frac{\delta}{D} - \frac{\delta^2}{D^2}}.$$

Es ist hiernach bei einer Holzhobelmaschine, wenn $n = 2000$, $D = 0{,}3\ m$, $= 0{,}03\ m$ beträgt

$$\overline{a\,b} = \frac{2}{2000}\sqrt{\frac{0{,}03}{0{,}3} - \left(\frac{0{,}03}{0{,}3}\right)^2} = \frac{1}{1000} \cdot \sqrt{0{,}09}$$

$$\overline{a\,b} = 0{,}0003\ m, \text{ oder } 0{,}3\ mm.$$

Ebenso gewinnt man die Zahl der auf 1 *m* Werkstücklänge zu verilenden Schnitte, wenn die grösste Spandicke $\overline{a\,b}$, sowie *D* und δ geben sind zu:

$$n = \frac{2}{a\,b}\sqrt{\frac{\delta}{D} - \frac{\delta^2}{D^2}}$$

so z. B. für $a\,b = 0{,}0001\ m$ oder $^1/_{10}\ mm$, $\delta = 0{,}02\ m$ und $D = 0{,}07\ m$:

$$n = 9000.$$

In obiger Figur 445 ist die Drehrichtung des Messerkopfes gegenber dem Werkstück durch einen Pfeil angegeben.

Man erkennt daraus, dass der Schnitt da beginnt, wo der Span am ünnsten ist und im weiteren Verlauf gegen den Span gerichtet ist. s empfiehlt sich dieses Verfahren, weil die Glätte der erzeugten Fläche ierdurch gewinnt, dasselbe ist wegen der grossen Geschwindigkeit, mit velcher der Schnitt ausgeführt wird, in der Regel zulässig. In besonderen 'ällen muss man aber, um das Ausbröckeln des Holzes an der Austrittsstelle der Messer zu verhüten, die umgekehrte Drehrichtung anwenden.

Bei dem Fräsen des Gusseisens empfiehlt sich dieselbe Drehrichtung les Fräsers gegenüber dem Werkstück, solange letzteres noch mit der ogenannten Gusskruste, d. i. die durch das rasche Abkühlen an den alten Formwänden hart gewordene äussere Schicht des Gussstückes noch ortzunehmen ist. Man wendet dieselbe Drehrichtung aber auch in Rücksicht auf die grössere Glätte der erzeugten Fläche an.

Der Messerkopf, welchen Fig. 446 im Querschnitt darstellt, dient zur Gestaltung namentlich hölzerner runder Stäbe. An die kegelförmige Röhre *b*, eziehungsweise in die Schlitze derselben sind zwei Messer *c* geschraubt, welche ire Schneiden nach innen richten. Die Schneiden sind vor der Bildfläche eiter von der Drehachse des Kopfes entfernt al

nach hinten hindurch geführtes Werkstück bei entsprechend rascher Drehung des Messerkopfes die kleinste Entfernung als Halbmesser erhält. Man richtet derartige Messerköpfe auch so ein, dass die Messer während der Arbeit durch Lehren verschoben werden, um am Werkstück verschiedene Durchmesser zu erzeugen. In dieser Anordnung, wie auch mit festen Messern ausgerüstet, findet der in Rede stehende Messerkopf vielfach für solche Zwecke Verwendung, welche sonst durch die Drehbank verfolgt werden. Er ist leistungsfähiger als die Drehbank, weil man dem wohldurchgebildeten Werkzeug naturgemäss eine viel grössere Drehgeschwindigkeit zumuten kann, als dem noch zu gestaltenden Werkstück.

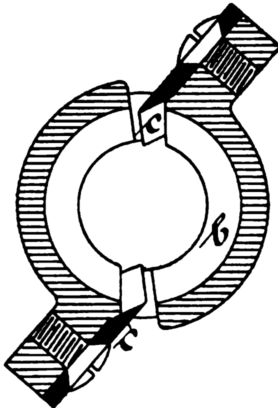


Fig. 446.

Die Schleifflächen werden häufig in gleichem Sinne verwendet, wie die Fräser, bezw. Messerköpfe. Ihrer Wirkungsweise nach unterscheiden jene von diesen sich hauptsächlich dadurch, dass sie gewissermassen mit unendlich vielen Schneiden versehen sind, also nicht wellenförmige Flächen, wie Fräser bezw. Messerköpfe erzeugen.

Im übrigen werden ähnliche Forderungen an die gegensätzliche Führung des Werkstückes zum Werkzeug bei Fräsmaschinen und hierher gehörenden Schleifmaschinen gestellt, die ausserordentlich zahlreiche Lösungen finden.

Eine zweite Gruppe der Werkzeugmaschinen, nämlich die stetig wirkenden Sägen (Kreissägen und Bandsägen) giebt an dieser Stelle keine Veranlassung zu Erörterungen und ebenso ist es mit einer dritten Gruppe, den Bohrmaschinen und Drehbänken.

Hinsichtlich der Hobel-, Feil-, Stossmaschinen und der schwingend arbeitenden Sägen ist auf den Umstand aufmerksam zu machen, dass mit seltenen Ausnahmen die Schneide denselben Weg rückwärts zu machen hat, welchen sie vorwärts arbeitend zurücklegte. Vermag hierbei die Schneide nicht auszuweichen, so muss sie die vorher gebildete Fläche so weit zurückdrängen, als ihr Abrundungshalbmesser (vergl. S. 380) beträgt.

Gewissen Holzsägen giebt man solche Führung, dass das Erwähnte nicht eintritt [1]); eine andere Ausnahme ist mir nicht bekannt.

Um nun die mit dem in Rede stehenden Vorgange verknüpften grossen Reibungswiderstände, bezw. die zugehörige Erwärmung zu vermeiden, gewährt man bei Metallhobelmaschinen u. s. w. dem Stichel die Möglichkeit auszuweichen. Zu dem Zwecke wird das Stichelhaus um einen Bolzen drehbar gemacht und im übrigen so gestützt, dass es weder nach der Seite, noch nach hinten ausweichen kann, aber einem nach vorn gerichteten Drucke sofort nachgiebt. Derartige Einrichtungen werden nicht selten an den sogenannten Werkzeughaltern [2]) ausgebildet.

[1]) Hermann Fischer, Mitt. d. Gewerbev. f. Hann. 1868, S. 76 m. Abb. Die Holzsäge, Berlin 1879, S. 22 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1879, 231, 15 m. Abb.

Zuweilen — bei Holzsägen fast immer — erleichtert die elastische ɔhgiebigkeit der Werkzeuge den Rückweg der letzteren.

Quellenangaben über Werkzeugmaschinen werden im 2. Bande dieses ɪrkes Platz finden.

4. Der Arbeitsbedarf.

Zur Entscheidung der Frage, welcher der für einen bestimmten eck verwendbaren Arbeitsvorgänge der am meisten zu empfehlende würde die Kenntnis des Arbeitsbedarfs von hohem Wert sein. Allergs könnte an dieser Stelle nur von dem Arbeitsbedarf der Umgeltung an sich, nicht von demjenigen der Reibungs- und sonstiger derstände der zur Umgestaltung erforderlichen mechanischen Einrichɪgen die Rede sein; der Arbeitsbedarf der Arbeitsmaschinen wird zweiten und dritten Bande dieses Werkes entsprechend berücksichtigt rden.

Über die reine Umgestaltungsarbeit ist leider noch wenig auchbares bekannt. Das erklärt sich aus dem Umstande, dass der ɪstand des wirkenden Teiles des Werkzeuges, wie auch die Natur des arbeiteten Werkstückes für sie von hervorragender Bedeutung sind, ch beide während der Umgestaltung sich ändern. Es sind deshalb nur ittlere Werte für den Arbeitsbedarf festzustellen, deren Benutzbarɪit in engen Gebieten sich bewegt.

Als Grundlage für eine übersichtliche Behandlung des vorliegenden egenstandes dürfte der von Vicat aufgestellte Satz, dass die zur Umestaltung erforderlichen Arbeiten im geraden Verhältnisse zum Raumɪhalte der Körper stehen [1]), sich eignen. Kick hat den Vicat'schen Satz estätigt gefunden und erweitert; [2]) er lautet:

1) Die Arbeitsgrössen, welche zu übereinstimmender Gestaltsänderung zweier geometrisch ähnlicher und stofflich gleicher Körper erfordert werden, verhalten sich wie die Rauminhalte oder Gewichte dieser Körper.

Hierbei ist unter übereinstimmender Gestaltsänderung jene rerstanden, welche zwei Körper geometrisch ähnlicher Anfangsform zu ɪben solcher Endform führt, und zwar annähernd mit gleicher Geschwinligkeit und unter gleichartiger Einwirkung äusserer Kräfte. Es bedarf taum des Hinweises, dass der letzte Satz auch auf die Gestalt der Werkzeuge, insbesondere auf den Brust-, Schneid- und nach Umständen Ansatzwinkel der Schneidwerkzeuge sowie die Abrundung der Schneide ich bezieht.

2) Die Drücke oder Pressungen, welche zu übereinstimmender Gestaltsänderung zweier geometrisch ähnlieher und stofflich

---

[1]) Annales des ponts et chaussées, 1833, 2. Halbjahr, S. 201.

[2]) F. Kick, das Gesetz der proportionalen Widerstände und seine Anwendungen, Leipz. 1885.

[illegible] werden, verhalten [illegible]
[illegible] oder die [illegible]

[illegible] und bestimmter [illegible]
[illegible] altsänderung, bezw. [illegible]
[illegible] gleich ist dem [illegible]
[illegible] der für die Gewichts[illegible]
[illegible] ähnlicher Grundgestalt [illegible]
[illegible] sänderung bezw. Teilung [illegible]

[illegible] 3) genannten Einheits[illegible]
[illegible] in der Quelle allgemein [illegible]
[illegible] ist, mich auf die Anführung [illegible]

IV. Abschnitt.

Verbinden der Körper.

Zwei oder mehrere Körper können zu einem Ganzen auf drei Wegen rbunden werden, nämlich:

Durch gegenseitige Anziehung derselben,
durch zwischen ihnen auftretende Reibung,
durch Ineinandergreifen der Gestalten, so dass die Festigkeit der Einzelkörper gegensätzliches Verschieben in bestimmten Richtungen verhindert.

Das zuletzt angeführte Verbindungsverfahren gehört zweifellos nicht das Gebiet des mechanischen Aufbereitens, bildet vielmehr den Haupt-l der sogenannten Konstruktionslehre; auch das in zweiter Linie genmte Verfahren gehört im wesentlichen deren Gebiet an (vergleiche et-, Schrauben-, Zapfen- u. s. w. Verbindungen). Jedoch sind Zweige s Verfahrens so eng mit der Herstellungsweise verknüpft (vergl. u. a. innen, Weben, Flechten, Wirken), dass sie hier nicht übergangen werden nnen.

Als voll und ganz in das Gebiet der mechanischen Aufbereitung hörig möge zuerst erörtert werden:

1. Verbinden durch Anziehung.

A. Allgemeine Bedingungen für das Verfahren.

Nach der herrschenden Anschauung beruht der Zusammenhang fester ie flüssiger Körper auf der gegenseitigen Anziehung ihrer Teilchen. t sie richtig, was wohl von niemandem mehr in Zweifel gezogen wird,) ergiebt sich aus ihr ohne weiteres die Folgerung, dass zwei Körper iteinander in feste Verbindung treten, sobald man sie einnder so nähert, dass ein Teil ihrer Oberflächen sich nackt erühren, dass das Anziehungsgebiet der einen Berührungsfläche in asjenige der anderen hinübergreift. Beispiele der Technik bestätigen iesen Satz vollkommen.

Als man noch nicht verstand, die Grösse der Mühlspindel-Spurzapfen mit r auf ihnen ruhenden Last und der Gleitgeschwindigkeit in Einklang zu

bringen, wurde häufig zunächst eine starke Erwärmung des Zapfens wie des Lagers beobachtet, welche, wenn man ihr nicht erfolgreich entgegenzutreten vermochte, sich mehr und mehr steigerte. Die sich berührenden Flächen begannen zu fressen und plötzlich trat eine Verbindung zwischen Zapfen und Spur ein, welche zum Abbrechen oder sonstigen Lösen des Zapfens von der Spindel führte. Man sagte, Zapfen und Spur seien zusammengeschweisst, obgleich die allerdings hohe Temperatur noch weit zurück lag von derjenigen, die beim Schweissen des Eisens, bezw. Stahles angewendet wird.

Wenn zwei aufeinanderliegende Zinnplatten gemeinschaftlich durch Walzen bedeutend gestreckt werden, so haften sie in mehr oder weniger grossem Umfange so innig aneinander, dass der Versuch sie zu trennen nur teilweise gelingt.

Und wenn man einzelne frisch geschöpfte Papierbogen — die nur aus Fasern und Wasser bestehen — zusammenpresst, aufeinander gautscht und trocknet, so erzielt man ein einziges entsprechendes dickes Papier, die Pappe.

Andererseits bietet sich Gelegenheit genug, dem Satz zu widersprechen. Man kann einwenden, dass die irgend einen Gegenstand betastende Hand mit diesem eine feste Verbindung eingehen, dass jede stärkere Berührung zweier fester Körper zur Vereinigung derselben führen müsste, wenn jener Satz richtig wäre.

Dem gegenüber ist auf die in demselben enthaltene Bedingung der nackten Berührung hinzuweisen. Aus den Beobachtungen Th. de Saussure[1]) geht hervor, dass alle festen Körper, namentlich die Metalle mit Begier Gase auf ihrer Oberfläche verdichten, weshalb jeder Körper, welcher einige Zeit mit der Luft in Berührung war, mit einer Schicht verdichteter Gase umgeben ist. Die Versuche, welche zur Hervorbringung der Moser'schen Bilder dienen, bekunden dasselbe. Nach Quincke[2]) gilt für diese Gasablagerungen wahrscheinlich das Poisson'sche Gesetz, nach dem die benetzenden Flüssigkeiten an den Berührungsgrenzen dieselbe Dichtigkeit annehmen müssen, welche die festen benetzten Körper benutzen, so dass die Gasschicht in unmittelbarer Nähe der Oberfläche des festen Körpers, nahezu ebenso dicht ist, wie der feste Körper, während in geringer Entfernung von der Berührungsfläche die Gasschicht nicht nennenswert dichter ist, als die umgebende Luft.

Landsberg[3]) berichtet über die Bildung der Gasschicht das Folgende: Sie besteht zunächst aus solchen Gasen, welche am leichtesten in den tropfbar flüssigen Zustand übergeführt werden können. Aus dem in der Luft vorhandenen Wasserdampf wird unter gewöhnlichen Umständen sofort eine feine Schicht verdichtet. Diese Schicht tritt sodann durch Ergiessung (Diffussion) in Austausch mit den übrigen umgebenden Gasen, indem allmählich unter Ausscheidung von Wasserdämpfen die mehr bleibenden (permanenten) Gase abgelagert werden.

Hieraus geht hervor, dass, bevor zwei mit solchen Gasschichten bedeckte Körper in nakte Berührung treten können, die Gasschichten entfernt werden müssen; mindestens sind letztere im wesentlichen zu

---

[1]) Gilbert's Annalen, 1814, Bd. 47, S. 113.
Vergl. auch: Poggendorff's Annalen, 1853, Bd. 89, S. 604; Annalen der Physik u. Chemie, 1879, Bd. 8, S. 1.

[2]) Poggendorff's Annalen, 1859, Bd. 108, S. 316.

[3]) Poggendorff's Annalen, 1864, Bd. 121, S. 255.

seitigen, bevor die Anziehungskraft zwischen den beiden Körpern dielben wirksam verbinden kann. Durch Druck allein lässt sich die Gasicht schwer verdrängen, weil sie, wie erwähnt, an der Berührungsstelle it dem festen Körper etwa dessen Dichte besitzt[1]). Daher der von obinson[2]) beobachtete Widerstand gegen die Näherung zweier Platten.

Die w. o. angeführten Erscheinungen des Zusammenschweissens des Spurpfens mit der Spurpfanne und des Verbindens gemeinschaftlich gewalzter eche erklären sich nun leicht. Die Oberflächen der Bleche waren mit der sschicht bedeckt, welche vermöge ihrer Dicke dieselben voneinander getrennt elt. Ebenso wie die Bleche gestreckt wurden, vergrösserte sich auch die äche der Gasschicht, verringerte sich deren Dicke, zerriss die Gasschicht an nzelnen Stellen und liess die Bleche miteinander in nackte Berührung treten. Die Ölschicht, welche zwischen Spurzapfen und Spurpfanne sich befand, nügte trotz des hohen Druckes, um beide Flächen voneinander entfernt zu lten, weil die tropfbar flüssigen Schichten an der Berührungsstelle mit der ten Fläche nahezu deren Dichte besitzt. Bei dem gegenseitigen Gleiten der ächen wurde aber die Ölschicht allmählich abgestreift. Zunächst ragten aus r einzelne Stellen der einen Fläche hervor, welche mit entsprechenden der deren Fläche in nackte Berührung traten, mit diesen sich verbanden und eder abgerissen wurden (das Fressen), bis schliesslich die Verbindung im iteren Umfange eintrat.

Behufs Erzielung der nackten Berührung der Verbindung zweier ächen müssen dieselben sonach von der Gasschicht, aber aus gleichen ründen von irgend welchen anderen Ablagerungen befreit werden. Es t ferner erforderlich, dass die Flächen sich genau decken, dass die eine s genaue Spiegelbild der anderen ist. Mittels Spanabhebens ist eine rartige Übereinstimmung nicht zu erreichen; ebensowenig mittels solcher Verkzeuge, welche die Körper bildsam umgestalten. Es ist vielmehr rforderlich, dass die Flächen sich gegenseitig gestalten.

Die vorliegende Verbindungsart ist deshalb nur verwendbar, wenn nindestens einer der Körper bildsam genug ist, oder so bildsam gemacht rerden kann, dass die betreffende Fläche sich an diejenige des gegenlber liegenden Körpers eng anschmiegen lässt.

Die erste Einteilung des vorliegenden Stoffes ergiebt sich hiernach wie folgt:

a) beide einander gegenüber liegende Flächen sind weich oder werden rweicht,

b) nur einer der Körper ist weich oder erfährt die entsprechende Erweichung.

Aus dem unter b angeführten Falle entwickelt sich aber ein dritter, ndem man dem weichen Körper zwei (oder mehrere) nicht weiche Körper egenüber legen kann:

c) die betr. Flächen beider zu verbindender Körper sind zu wenig ildsam, um ein vollständiges gegenseitiges Anschmiegen zu gestatten; an benutzt einen dritten bildsamen Körper zur Ausfüllung des zwischen en beiden ersteren bleibenden Hohlraumes.

---

[1]) Die Versuche M. W. Spring's (Bull. de l'Academie Royale de Belgique, 78, S. 746) bestätigen diese Ansicht vollständig.

[2]) Karsten, Einleit. i. d. Physik, S. 847.

Die natürliche Untereinteilung richtet sich nach der Natur der Erweichung bezw. der schliesslichen Erhärtung:

α) der vorhandene weiche Zustand bleibt nach der Verbindung bestehen,

β) derselbe war durch eine Flüssigkeit hervorgebracht und wird durch Verdunsten derselben beseitigt,

γ) die an sich harten Körper werden durch Wärme erweicht und erhärten durch Abkühlung,

δ) das Festwerden ist Folge eines chemischen Vorganges.

Bestehen die durch nackte Berührung längs der Fläche *a b* (Fig. 447) verbundenen Körper aus ein und demselben gleichartigen Stoff, so ist durch die Verbindung ein gemeinsamer Körper entstanden, welcher in seiner ganzen Ausdehnung sich gleichartig verhält.

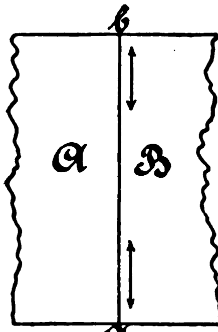


Fig. 447.

Ist dagegen der Stoff des Körpers *A* ein anderer als derjenige des Körpers *B*, so treten folgende Erscheinungen auf: Jeder Temperaturwechsel und nach Umständen jeder Feuchtigkeitswechsel ändert die Abmessungen der Körper *A* und *B* und zwar, da diese stofflich verschieden sind, in verschiedenem Grade. An der Verbindungsstelle ist jedoch, solange die Verbindung unverletzt ist, eine verschiedenartige Dehnung der Körper *A* und *B* unmöglich, weshalb hier Spannungen auftreten, welche der gegenseitigen Beschränkung der Dehnungen entsprechen. Diese Spannungen zerren nun bei jedem Temperatur- bezw. Feuchtigkeitswechsel längs der Verbindungsstelle und schwächen schon hierdurch den Widerstand der Verbindung gegen äussere Kräfte; es gelingt ihnen nicht selten, sofern die Temperatur- bezw. Feuchtigkeitsunterschiede und gleichzeitig die Verschiedenheit der Stoffe hinsichtlich ihrer Dehnung bedeutende sind, die Verbindung teilweise oder ganz zu zerstören.

Beispielsweise bestehe *A* aus Kupfer, *B* aus Eisen; die Verbindung sei bei 1000° herbeigeführt und die Verbindungslänge betrage 1 *m*. Bei der Abkühlung ändert sich die Länge des Stabeisens (vergl. S. 5) für 100° um 0,001235; diejenige des Kupfers um 0,001718; der Unterschied beträgt daher für 100°: 0,001718 — 0,001235 = 0,000483 oder für 1000° 0,0048 der gesamten Länge, d. h. der kupferne Körper hat das Bestreben um 5 *mm* kürzer zu werden, als der eiserne.

Beachtet man die Werte für die entstehenden Spannungen (S. 112) und nimmt man an, dass die Druckspannung im Kupfer gleich der Zugspannung im Eisen wird, so gewinnt man diese zu 34,8 *kg* f. 1 *qmm*. Es wird daher die Grenze der Elasticität überschritten oder doch erreicht, so dass nicht wundern kann, wenn bei mehrfacher Wiederholung des Vorganges ohne äussere Kräfte die Verbindung gelöst wird.

Farbenanstriche reissen häufig, ja es entstehen gebogene Bruststücke derselben.

Blech, welches an einer Seite mit Schmelz überzogen wird, erhält auf der entgegengesetzten Seite einen ähnlichen Überzug, um zu verhüten, dass die verschiedene Dehnung des Schmelzes und Bleches zur Krümmung des Ganzen führt. Aus gleichem Grunde werden furnierte Bretter nicht allein an der Seite, wo die Furniere es zieren sollen, sondern auch an der entgegengesetzten Seite mit einem Furnier beleimt.

Die Biegung zweier miteinander verbundener Metallstreifen, deren Stoffe ırch Temperaturänderungen verschieden gedehnt und deshalb zum Messen r Temperatur benutzt werden (S. 134), geben deutliche Kunde von den längs r Verbindungsflächen auftretenden Spannungen.

Die längs der Verbindungsfläche auftretenden Spannungen fallen ıtürlich viel grösser aus, wenn nur der eine der beiden in Frage kom-enden Körper behufs Herbeiführung der Verbindung erweicht wurde, eil alsdann nur dieser eine Körper demjenigen Schwinden unterworfen t, welches bei jedem physikalischen Erhärten eintritt. Sie werden ins-esondere sehr gross bei geringer Elasticität der Körper.

Sonach gilt allgemein der Satz:

Die Verbindung durch Anziehung ist nur dann eine sehr ıste, wenn beide in Frage kommenden Körper stofflich gleich nd und z. Z. des Aneinanderlegens in gleichem Grade er-eicht wurden.

Wenn schon bei stofflicher Verschiedenheit der Körper, mehr noch ınn, wenn nur einer derselben erweicht wird, erhebliche auf die Zer-örung der Verbindung gerichtete Spannungen auftreten, so ist das in eit höherem Grade der Fall, sobald man zwei nicht weiche, bezw. nicht ı erweichende Körper durch Zwischenlegen eines dritten, entsprechend ildsamen Körpers verbindet, namentlich wenn die betreffenden Stoffe ır in geringem Grade elastisch sind.

Fig. 448 versinnlicht eine solche Verbindung; *C* bezeichnet insbe-ındere den verbindenden Körper. Die einander egenüber liegenden Flächen der Körper *A* und *B* ecken sich aus schon genannten Gründen nicht; ie Dicke der Schicht ist sonach eine ungleiche. n wenigen Punkten wird sie unmessbar sein, eil man die beiden Körper *A* und *B* gegenein-nder drückte, in anderen Punkten ist sie ver-ältnismässig gross. Sobald nun das Erhärten, ezw. Schwinden der Schicht *C* beginnt, sucht sie ie Flächen der Körper *A* und *B* einander zu ähern und zwar die, welche die grössere Dicke egrenzen, mehr als diejenigen, welche von vorn-erein nahe beisammen waren. Die unmittelbare 'olge hiervon ist ein Abreissen der Schicht *C* von 'eilen der zu *A* bezw. *B* gehörenden Flächen, oder ein Bersten der chicht *C* in sich selbst. Man kann schon aus diesem Vorgange schliessen, ie gering die Zuverlässigkeit einer solchen Verbindung ist, zumal gleich-itig die w. o. gewürdigten Spannungen längs den Verbindungsflächen inzutreten. Wenig schwindende Zwischenschichten mildern diese Um-ände; ebenso, wenn sie aus sehr elastischen Stoffen bestehen. Sind *A* nd *B* sehr elastisch, so geben sie der Spannung der Zwischenschicht n wenig nach, und drückt man während des Erhärtens der Zwischen-hicht die Körper *A* und *B* kräftig zusammen, so gelingt es, die Teilchen r Körper so lange zum Folgen des Schwindens der Zwischenschicht zu

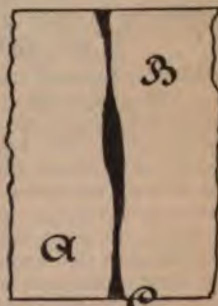


Fig. 448.

zwingen, bis diese erhärtet und dann in der Lage ist, ihren inneren wie ihren Zusammenhang mit *A* und *B* zu erhalten. Die auf Zerstörung gerichteten Spannungen bleiben natürlich bestehen und unterstützen äussere Kräfte, denen die Verbindung und die ihr benachbarten Teile der Körper *A* und *B* widerstehen soll, so, je nach Umständen die Zerstörung in höherem oder geringerem Grade fördernd.

Die unter *c* (S. 445) fallende Verbindungsweise ist deshalb im allgemeinen nur anwendbar für elastische Stoffe; sie bedingt sorgfältige Zurichtung der Verbindungsflächen, so dass die Verbindungs-Schicht eine möglichst gleichförmige Dicke erhält; sie fordert endlich, dass die zu verbindenden Flächen während des Erhärtens der Zwischenschicht durch äussere Kraft zusammengedrückt werden.

Ausnahmen von diesen Regeln werden bei Erörterung der folgenden Beispiele erwähnt werden; hier sei schon auf die Brauchbarkeit solcher Stoffe für die Zwischenschicht aufmerksam gemacht, deren Erhärtung durch einen chemischen Vorgang stattfindet und welche während des Erhärtens dem Schwinden nicht unterliegen.

B. Beispiele zugehöriger Verfahren.

a. Beide zu verbindende Körper sind weich oder wurden erweicht.

α. Sie bleiben auch weich.

Dahin gehörige Verfahren (Zusammenkneten des Harzes, Wachses, Teiges u. s. w.) bedürfen einer Erörterung nicht; nur sei darauf hingewiesen, dass die Gasschicht der Flächen wenigstens zum Teil in den neu gebildeten Körper übergeht.

β. Sie sind oder werden durch eine Flüssigkeit erweicht und erhärten durch Verdunsten derselben.

Thongegenstände werden oft in einzelnen Teilen gestaltet und hierauf zusammengefügt. Das geschieht, indem man die betreffenden Flächen entsprechend (mittels Wassers) erweicht, sie dann zusammendrückt und die Naht äusserlich glättet, bezw. mit der Nachbarschaft in Übereinstimmung bringt. Da hierbei die Erweichung meistens nicht gleichförmig auf grössere Tiefe vorgenommen wird, so lösen sich derartig angesetzte Henkel, Blattwerk, Ausgüsse u. dergl. oft schon während des Trocknens oder Brennens, auch wohl erst nach jahrelangem Gebrauch, nachdem die wechselnden Spannungen Schritt für Schritt ihr Zerstörungswerk fortgesetzt hatten, ab.

Der Papierstoff besteht — abgesehen von etwaigen erdigen Beimischungen — aus sehr fein zerkleinerten Pflanzenfasern und Wasser. Letzteres macht die Bildung einer Gasschicht auf der Oberfläche der Fasern unmöglich, weshalb behufs Verbindung der letzteren nur ein Nähern derselben unter gleichzeitiger Beseitigung des Wassers erforderlich ist. Das geschieht zunächst auf der Form (S. 243), einem flachen, seltener trommelförmigen Sieb, welches unter Zurückhaltung der Fasern das Wasser abfliessen lässt. Die Verbindung zwischen den Fasern tritt an den Berührungspunkten derselben ein; die Festigkeit derselben in der Richtung der Papierfläche wird daher eine um so grössere, je zahlreicher die Kreuzungen sind, welche jede der Fasern mit andern sie berührenden macht, und nach allen Seiten um so gleichmässiger, je mehr diese Kreuzungen sich auf der Papierfläche verteilen. Man schüttelt daher während des Schöpfens die Handform nach allen Richtungen in der Ebene des Papie[rs], man schüttelt die ebene Maschinenform[1]) wenigstens winkelrecht zu i[hrer] Bewegungsrichtung, um zu verhindern dass zu zahlreiche Fasern in der Richt[ung]

[1]) Hoffmann, Papierfabr., Berlin 1875, S. 249 m. Abb.

s auffliessenden Stoffes, also gleichlaufend mit der Bewegungsrichtung der orm auf diese sich ablagern. Und bei den Trommelmaschinen sucht man e Fasern durch Quirle zu hindern, in grösserer Zahl gleichlaufend mit der ormbewegung sich auf diese zu legen.

Würde das Papier, von der Form abgehoben, einfach getrocknet werden, würde nur eine geringe Festigkeit desselben erzielt werden. Deshalb entfernt an das nicht durch Abtropfen zu beseitigende Wasser zunächst durch Druck augkasten, Gautschpresse, Presse), nähert also die Fasern gewaltm in dem Masse einander wie der Wassergehalt abnimmt und trocknet hliesslich an der Luft oder auf erwärmten Trommeln, unter Einschaltung ner oder mehrerer Pressungen.

Der Vorgang des Filzens ist mit der Papierbildung verwandt.

Vielfach begegnet man der Anschauung, dass die Verbindungsweise, elche man das Verfilzen oder Filzen nennt, auf der Fähigkeit der einzelnen aare beruhe, in dem Haargemenge — mit dem Wurzelende voran — sich rtzuschieben und hierbei gewissermassen die Haare zusammenzunähen. Man ückt diese Meinung zwar undeutlich aus, indem man von dem Ineinanderrwickeln der Haare, von dem Durchkriechen des Gemenges seitens der nzelhaare redet u. s. w., gesteht aber auf Nachfrage zu, dass man glaube, e Haare verschöben sich nach allen Richtungen und brächten die Verbindung rch gegenseitige Reibung, welche durch die schuppenartige Oberfläche der aare vergrössert werde, hervor. Pflanzenfasern sollen nicht verfilzungsfähig sein.

Thatsächlich ist die Lagerung der Haare im Filz dieselbe wie die Lagerung r Fasern im Papier, was von manchen Beobachtern erkannt sein mag, weil an hin und wieder das Schütteln der Papierform mit der Absicht begründet ht, hierdurch eine gute Verfilzung der Fasern zu erreichen. Untersucht an plattenförmige Filze genau, so findet man, dass selten ein Haar anders s im wesentlichen gleichlaufend mit der Oberfläche des Filzes liegt, dass die aare also lediglich — sich gegenseitig vielfach kreuzend — platt aufeinander gen. Die Herstellung der Filze bestätigt diese Art des Gefüges. Auch mag ch daran erinnert werden, dass man vielfach aus feineren Haaren gebildete lzplatten auf gröberen Filz legt und mit diesem verfilzt; würde das in Rede hende Durchkriechen stattfinden, so würden die gröberen Haare zum Teil f der Oberfläche der feineren Decke erscheinen müssen, was, soviel mir bennt ist, von Niemandem beobachtet wurde.

Das Arbeitsverfahren des Filzens ist anders als dasjenige des Papierachens, weil sich die Rohstoffe anders verhalten.

Es sind die Haare nicht in so dünne, lange Spänchen zu zerlegen, wie die lanzenfaser; es fehlt ihnen der bedeutende Festigkeitsunterschied der beiden Frage kommenden Richtungen (S. 113 u. 114), man muss sie, um eine gegener der Dicke grosse Länge benutzen zu können, als Haare verarbeiten und des lb grössere Drücke anwenden, um sie einander zu nähern. Die Haare müssen weicht werden (durch Beizen, welche gleichzeitig zum Färben vorbereiten, durch ines oder Seifenwasser in Verbindung mit Wärme oder ohne besondere Wärmefuhr u. s. w.) und hierauf mittels der Hände geknetet oder durch Maschinen sammengedrückt (gewalkt) werden, wobei die gegenseitige Verschiebung r Haare zu fördern ist, damit sie zur Verbindung geeignete Lagen aufzuden vermögen. Dass hierbei die Schuppen der Haaroberfläche eine fördernde lle spielen, will ich nicht bestreiten.

Nicht genügend erklärt ist bisher das erhebliche Zusammenschrumpfen plattenförmigen Filzes in der Flächen-Richtung desselben. Ein Teil dieses sammenschrumpfens (welches mit entsprechender Verdickung verknüpft ist) rfte auf dem Kräuselungsbestreben der Haare beruhen, welchem während des etens vielfach Raum gegeben wird[1]).

[1]) Vergl. über Filzen: D. p. J. 1840, **76**, 158; **77**, 335 m. Abb.; 1841, **80**, m. Abb.; 1872, **206**, 157; 1873, **208**, 160; **209**, 230; 1880, **238**, 93.
Zeitschrift des Gewerbfleissvereins 1864, S. 148 m. g. Abb.
Der Techniker: Juni 1883, S. 242 ff.

Durch Walken aus lose gesponnenen Wollgarnen gebildeter Gewebe wird dieselbe Verbindungsweise herbeigeführt, wie durch das Filzen der zusammengelegten Haare. Das Walken findet entweder durch Hämmer[1]) oder Walzen[2]) statt. Es hat ebenfalls ein erhebliches Zusammenschrumpfen in der Flächenrichtung zur Folge und erfordert deshalb besondere Vorsichtsmassregeln, um die Bildung von Beulen zu verhüten.

γ. Die Körper werden durch Wärmezufuhr erweicht und durch Wärmeentziehung wieder hart.

Das Schweissen. Diejenige Temperatur, welche das Eisen in solchem Grade erwärmt, dass seine Umgestaltung durch verhältnismässig geringen Druck herbeigeführt werden kann, beseitigt oder verdünnt die Gasschicht ohne weiteres genügend, fördert aber die chemische Verbindung des Eisens mit dem Sauerstoff der umgebenden Luft in hohem Grade. Eine metallisch reine Fläche überzieht sich bei den in Frage kommenden Temperaturen sofort mit einer, wenn auch dünnen Rostschicht. Es sind daher Mittel anzuwenden, vermöge welcher entweder die Rostschicht entfernt, oder ihre Bildung durch Abschluss des Eisens von der atmosphärischen Luft verhindert wird. Die meisten der gebräuchlichen Mittel bewirken beides.

Man bildet auf der Eisenoberfläche eine Schlacke, welche sie bedeckt und von der Luft abschliesst. Diese Schlacke dient in vielen Fällen gleichzeitig zur Lösung des Eisenoxydoxyduls, in manchen Fällen ist eine Reduktion desselben anzunehmen und bei dem gewöhnlichen Schweissen dient das Eisenoxydoxydul sogar zur Bildung der Schlacke.

Das Eisen wird in einem Feuer erwärmt, dessen Wandungen aus Sand bestehen, oder man streut Sand auf das glühende Eisen, wodurch kieselsaures Eisenoxydul ($Si\,O_2 + 2\,(Fe\,O) = Si\,O_4\,Fe_2$) entsteht.

Bei dem Aneinanderdrücken der zu verschweissenden Eisenstücke, welches stattfindet, um die Flächen aneinander zu gestalten, wird die Schlacke selbstverständlich um so vollständiger herausgepresst, je dünnflüssiger sie ist. Es ist daher in Wirklichkeit die Schweisstemperatur von der Natur der Schlacke abhängig; sie ist so zu wählen, dass die Schlacke einen möglichst dünnflüssigen Zustand annimmt. Ob dabei das Eisen etwas mehr oder weniger bildsam ist, spielt keine Rolle, indem hiernach die Grösse des angewendeten Druckes, bezw. die Heftigkeit des Schlages, welcher den Druck hervorbringt, bemessen werden kann. Kieselsaures Eisenoxydul erfordert eine sehr hohe Temperatur, die sogenannte Schweisshitze (etwa 1400°), welche manche Eisenarten nicht vertragen. Dahin gehört das unter dem Namen Stahl bekannte kohlenstoffreiche Eisen und das Flusseissen. Daher wird die Schlacke mit Flussmitteln versetzt, um mit niedrigeren Temperaturen arbeiten zu können. Als

---

[1]) Hammerwalker: Prechtl, Techn. Encyklop., Ergänzungsband 5, 1869, S. 342 m. Abb.

D. p. J. 1827, 23, 211 m. Abb.; 1863, 168, 7 m. Abb.; 1869, 192, 35 m. Abb.; 1883, 249, 81 m. Abb.; 1884, 254, 151 m. Abb.

[2]) Walzenwalken: Prechtl, Techn. Encyklop., Ergänzungsband 5, 1869, S. 348 m. Abb.

D. p. J. 1866, 175, 186 m. Abb.; 1878, 229, 13; 1880, 235, 424; 18[illegible] 252, 102 m. Abb.

lches dient der Kalk, welcher das Glas auch dünnflüssiger macht; ein
ısatz von phosphorsaurem Kalk mindert insbesondere die Schmelztem-
ratur der Schlacke.

Das gewöhnliche Glas entsteht durch Zusammenschmelzen des Quarz-
ndes mit Kali oder Natron und ist daher zur Bildung einer leichter
hmelzbaren Schlacke geeignet[1]).

Zerstossener Marmor wird in gleichem Sinne verwendet.

Der Lehm, ein Gemenge von Sand und Thon, erzeugt eine Schlacke,
elche leichter schmelzbar ist, als das reine Eisensilikat. Vor allem aber
rdert Borax und Phosphorsäure die Schmelzbarkeit der Schlacken.
ndere, weniger oft angewendete Stoffe wirken in gleichem Sinne, oder
llen die Reduktion der Oxyde fördern; so bietet sich Gelegenheit zahl-
iche Gemenge zu bilden, welche ermöglichen, bei sehr verschiedenen
emperaturen zu schweissen. Bis dahin können die Gemenge nur durch
ersuche bestimmt werden, welche Anlass geben, die Schweisspulver
s Geheimmittel in den Handel zu bringen; sie enthalten nicht selten
r den Zweck gleichgültige Stoffe, um das Nachmachen der Geheim-
ittel zu erschweren.

Der Entfernung der Schlacke während des Zusammendrückens der
ı verschweissenden Stücke ist natürlich entsprechende Sorgfalt zu
idmen, weil andernfalls die Festigkeit der Verbindung wenigstens teil-
eise auf der Festigkeit der zurückgebliebenen Schlackenschicht beruht.

Ein Beispiel stumpfen Schweissens versinnlicht Fig. 449. Die Enden
er zu verbindenden Stäbe sind gewölbt geschmiedet, entsprechend erhitzt, mit
chweisspulver bestreut und werden nunmehr in der Achsenrichtung kräftig
usammengedrückt, so dass die Wölbungen allmählich verschwinden. Hierbei


Fig. 449.


Fig. 450.

ndet die Schlacke einen bequemen Weg nach aussen. Würde man die Stangen-
nden von vornherein annähernd eben gemacht haben, so würde die Gefahr
rliegen, dass weiter nach aussen liegende Teile der Endflächen früher als der
itte näher belegene in Berührung treten und dadurch den Abfluss der Schlacke
n letzteren erschwerten oder gar versperrten.

---

[1]) Vergl. über Löslichkeit der Metalloxyde in Glas: D. p. J. 1876, **220**,
. 155, 288.

Dieselben Gründe kommen bei dem Anschweissen der Bahn und der Finne an den Hammerkörper, Fig. 450, zur Geltung. Man fertigt den Hammerkörper aus kohlenstoffarmen Eisen, Schmiedeisen, und Bahn wie Finne aus Stahl, verstählt den Hammer, um die wirkenden Teile desselben härten zu können. Zu dem Ende wird der obere Teil des Hammerkörpers mittels des Schrotmeissels mit einem klaffenden Spalt versehen, in diesen der die Finne bildende, keilförmig gestaltete Stahlkörper gesteckt und dann — nach dem Erhitzen und Schlackenbilden — die Klaffung durch Hammerschläge allmählich geschlossen, indem ihre Flügel zunächst an die Keilkante und zuletzt an den dickeren Teil des Keils gelegt werden. Die Art und Weise, in welcher die Bahn angeschweisst wird, erläutert die Figur genügend.

Nicht selten sucht man, erkennend, dass nicht sämtliche Schlacke auf den gewiesenen Wegen zu beseitigen ist, die Verbindungsfläche durch Einkerbungen der Flächen zu vergrössern; indessen wird hierdurch, wenn nicht grosse Geschicklichkeit solches verhütet, der Schlackenabfluss erschwert. Leichter ist der angestrebte Zweck zu erreichen bei dem Zusammenschweissen zweier Stangen, Fig. 451 (welches übrigens an das Einschweissen der Hammerfinne, Fig. 450, erinnert). Die betreffenden Stangenenden sind abgeschrägt und eine derselben gekrümmt. Hämmert man nun diese, von der Stelle ausgehend, an welcher

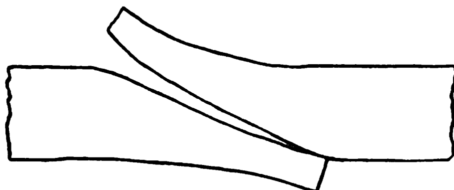


Fig. 451.

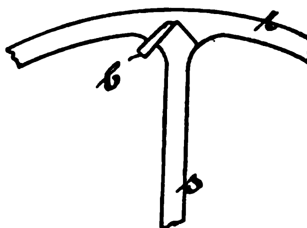


Fig. 452.

die beiden Enden von vornherein zusammenliegen, allmählich vorschreitend zusammen, so bleibt bei einigermassen geschicktem Verfahren der Schlacke stets ein Ausweg offen.

Am schwierigsten ist eine tadellose Schweissung herbeizuführen, wenn man mit Hilfe sogenannter Beilagen arbeiten muss. In Fig. 452 bezeichnet *r* den Reifen, *s* eine Speiche eines Eisenbahnwagenrades. Im Reifen ist an betreffender Stelle eine Furche ausgebildet, in welche das Speichenende greift. Zur Ausfüllung des zwischen Reifen und Speichenende frei bleibenden Raumes dient die Beilage *b*, welche als Keil eingetrieben wird. Nach dem Erhitzen der betreffenden Stelle gelingt — durch Hammerschläge weniger, durch ruhigen, anhaltenden Druck besser — wohl einen Teil der Schlacke zu entfernen; ein anderer nennenswerter Teil derselben bleibt aber zurück.

Überhaupt ist nicht möglich durch Druck alle Schlacke auszuscheiden, da diese in unmittelbarer Nähe der Eisenoberfläche fast die Dichte des Eisens hat; es ist das ebensowenig möglich, als die Entfernung der mehr erwähnten Gasschicht durch Druck. In dieser Richtung zeichnen sich diejenigen Verbindungen aus, welche zwischen durchlässigen Stoffen unter Benutzung des Wassers hervorgebracht werden: die Anziehung der Luft vermag (durch Trocknen) allmählich das Haften des Wassers an den betr. Flächen aufzuheben, die Luft beseitigt das Wasser, oder künstliche Wärme führt zur Verdunstung des letzteren.

W. o. (S. 444 u. 445) wurde erwähnt, dass bei dem gemeinschaftlichen Walzen mehrerer Zinnbleche die trennende Gasschicht in eben dr

Grade verdünnt werde wie die Bleche und infolgedessen schliesslich die einnder gegenüber liegenden Zinnmoleküle in ihr gegenseitiges Anziehungsereich gelangten, so eine feste Verbindung schaffend.

Denselben Gedanken: durch Ausstrecken der trennenden (Schlacken-) Schicht die einander gegenüber liegenden Metallteile zu nähern, verwertet man bei dem Schweissen mit grossem Erfolge.

In beschränktem Grade strekt man die Schweissfuge schon bei der durch 'ig. 451 dargestellten Schweissung, indem man die Schweissstelle auf die Dicke ler Stangen zurückführt. Deutlicher tritt das Bestreben, durch Ausstrecken lie Schlackenschicht dünner zu machen, z. B. beim Verstählen eines Lochbeitels, 'ig. 453, hervor. Der schmiedeiserne Teil *e*, wie das anzuschweissende Stahltück *s* sind vor der Schweissung reichlich doppelt so dick, als im fertigen ochbeitel. Während und unmittelbar nach dem Schweissen verden sie und gleichzeitig die Schlackenschicht gestreckt.

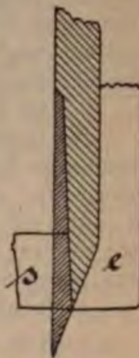


Fig. 453.

Am ausgedehntesten ist die Anwendung des Streckens bei ler Herstellung des **Schweisseisens** und des aus diesem geertigten Stabeisens bezw. der Bleche.

Roheisen wird im Frisch- bezw. Puddelofen durch Einwirkung des Sauerstoffes der Kohlenstoff nebst anderen Beimischungen entzogen. Es wird hierdurch zähflüssiger, zu Schmiedeisen. Man gestaltet aus der unförmlichen Masse Gänze oder **Luppen**, welche in hohem Grade von Schlacken lurchsetzt sind. Während die Luppe zur **Luppenquetsche** bezw. zum Dampfhammer geschafft wird, fliesst ein Teil der otglühenden Schlacke heraus, so an das **Schweissen** (Bluten) ngeschossenen Wildes erinnernd; daher der Name der in Rede tehenden Verbindungsart.

Bei dem Ausquetschen der Luppe vermag man nur den rössten Teil der Schlacke zu entfernen; durch folgendes Auschmieden, bezw. Auswalzen streckt und verdünnt man die Schlackenschichten und erhöht hierdurch die Festigkeit. Immerin ist in dem Eisen ein Gefüge, welches die Schlackenlagen bestimmen, deutich erkennbar und die Festigkeit ist in der Walzrichtung erheblich grösser als uer gegen dieselbe.

Ebenso verhält es sich, wenn man behufs dessen Verfeinerung Schmiedisen oder Stahlstäbe nach Auswahl zu **Garben** vereinigt, sie dann schweisst nd ausschmiedet bezw. auswalzt (**Gärben**).

Das **Beplatten** (oder **Plattieren**) des Kupfers mit Silber oder Gold ndet statt, indem man die betreffenden Flächen durch Schaben und Scheuern etallisch rein macht, die dünnere Edelmetallplatte mit ihren Rändern um iejenigen der Kupferplatte biegt, und hierauf den entstandenen Packen in inem Muffelofen (S. 196) bis zur Rotglut erwärmt und in diesem die dünnere latte durch wiederholtes Überfahren mittels eines polierstahlartigen Werkeuges gegen die dickere drückt. Die befriedigende feste Verbindung gewinnt an jedoch erst durch das Auswalzen auf die 20 bis 50fache Flächengrösse. Das Anhaften des Silber- oder Goldbleches wird übrigens gefördert durch ine leichte Versilberung, seltener Uergoldung des Kupferbleches, augenscheinch weil der Silberüberzug während der Arbeit sicherer metallisch rein bleibt, s die Kupferflächen[1]).

---

[1]) Vergl. über das **Schweissen**:
Wedding, Eisenhüttenkunde, III. Abt. 598.
D. p. J. 1874, **214**, 163; 1875, **216**, 78; **218**, 372; 1877, **224**, 452.
Organ f. d. Fortschr. d. Eisenbahnwesens 1871, S. 86 (Eisen u. Kupfer).
The Engineer, Aug. 1882, S. 106. The Builder, Aug. 1882, S. 226.
Ledebur, die Metallverarbeitung auf chemisch-physikalischem Wege, aunschw. 1882, S. 199.

Die vorliegende Verbindungsart wird im allgemeinen nur dann mit dem Namen Schweissen belegt, wenn es sich um die hauptsächlich schmiedbaren Metalle handelt. Das Verbinden zweier Blei- oder Zinnkörper, welches hervorgebracht wird, indem man die betreffenden Flächen bis zum Schmelzen erwärmt und gleichzeitig zusammendrückt, heisst meistens Zusammenschmelzen, auch wohl Löten. Auch eine ähnliche, selten angewendete Verbindungsart des Gusseisens wird meistens Zusammenschmelzen genannt.

Das Verbinden durch Zusammendrücken der mittels Wärme erweichten Körper eignet sich insbesondere für solche, deren Stoffe sich bei der in Frage kommenden Temperatur nicht ändern. Ausser den Edelmetallen gehören hierher: Harze, Siegellack, Asphalt, Horn, Schildpat, Glas. Bei Glas macht sich wegen dessen Sprödigkeit nicht selten die zufällige ungleichförmige Erwärmung, bezw. das aus dieser entspringende ungleichmässige Schwinden in recht störender Weise geltend.

δ. Das Erhärten ist Folge einer chemischen Verbindung.

In vielen Fällen tritt bei dem Erhärten, welches Folge einer chemischen Verbindung, bezw. Umsetzung ist, weder Schwinden noch Ausdehnen ein. Alsdann fallen natürlich diejenigen Spannungen, von welchen (S. 446) die Rede war, und welche den vorliegenden Verbindungsarten eine gewisse Unsicherheit verleihen, hinweg. Die übrigen mechanischen, bezw. physikalischen Vorgänge bleiben übrigens die gleichen.

Als Beispiel möge hier nur die Verbindung des guten Cementes erwähnt sein.

b. Nur einer der in Frage kommenden Körper ist weich, bezw. wurde erweicht.

α. Ein besonderes Erhärten desselben findet nicht statt.

Hierher sind einige Verfahren zur Erzeugung von Schutz- oder Verschönerungsdecken zu rechnen.

Die rauhe Vergoldung besteht darin, dass man den zu vergoldenden Metallgegenstand an betr. Stelle durch Schaben metallisch rein, und behufs Gewinnung einer grösseren Fläche rauh macht und hierauf Blattgold mittels Polierstahls aufreibt. Eine leichte Erwärmung des Blattgoldes wird nicht selten deshalb angewendet, um die Gasschicht des Blattgoldes zu verdünnen. Die Oberfläche der Vergoldung wird nur dann genügend glatt, wenn eine grössere Zahl Goldblätter die Rauhigkeit der belegten Fläche ausgleicht, weshalb die rauhe Vergoldung in verhältnismässig gutem Ansehen steht.

Silber wie Gold werden als Pulver angerieben, indem neben dem Reiben andere Pulver, zuweilen auch Flüssigkeiten zur Beseitigung der Gasschicht dienen.

Die aus Messing- oder Kupferdrähten gebildete Kratzbürste erzeugt auf rauher Metallfläche einen bronzeartigen Überzug, indem durch die Reibung die Fläche von der bekannten Gasschicht befreit, mindestens die letztere sehr dünn wird, so dass das abgeriebene Metallpulver mehr oder weniger fest haftet.

Denselben Vorgang beobachtet man bei dem Schreiben mittels abfärbender Stifte. Kohle, weisse Kreide, wie der weiche Bleistift, welche mit geringem Druck über die Schreibfläche geführt werden, erzeugen leicht zu beseitigende Striche; diejenigen der ersteren sind häufig mit der Ha[illegible] einem trocknen Tuch oder dergl. zu entfernen, letztere aber mit altem B[illegible] Abfällen des Handschuhleders u. s. w., welche stärker an dem Graphit des [illegible] stiftes haften als die Schreibfläche. Unter grösserem Druck erzeugte Blei[illegible] linien haften fester, weil die Gasschicht vollständiger beseitigt war; zu [illegible]

Beseitigung bedarf man das an dem Graphit sehr gut haftende elastische Gummi und die farbigen Kreiden, denen Wachs und Talg, und zwar letzterer in einiger Menge zugemischt sind, erzeugen, da der Talg seiner grosser Verwandtschaft zur Schreibfläche halber die Beseitigung der Gasschicht wirksam unterstützt, sehr fest haftende Linien.

Da es die Gasschicht ist, welche die Striche der Zeichenkohle, weissen Kreide und weichen Bleistifte so wenig haltbar macht, erkennt man sehr deutlich aus den häufig angewendeten Festigungsverfahren: mit genetztem Bleistift geschriebene Striche, oder Striche auf feuchten Schreibflächen oder endlich nachträglich genetzte Striche der hier erwähnten Stoffe widerstehen mechanischen Angriffen fast so gut wie mittels flüssiger Farbe erzeugte.

β. Das Erweichen erfolgt durch eine Flüssigkeit, das Erhärten durch Verdunsten der letzteren.

Schutz- bezw. Verschönerungshüllen erzeugt man durch Anstreichen des betreffenden Gegenstandes mittels flüssig gemachter fester Körper. Der Pinsel, Schwamm oder dergl. wird hierbei mit einigem Druck über die betreffende Fläche geführt, und zwar meistens mehrfach, um die Gasschicht zu entfernen, die grosse Verwandtschaft der tropfbaren Flüssigkeit zum festen Körper fördert lebhaft die Beseitigung der Gasschicht, welche zu Blasen zusammengedrängt häufig deutlich zu erkennen ist. Die Verbindung wird deshalb eine verhältnismässig sehr feste. Sie wird geschwächt durch die w. o. (S. 446) erwähnte Schwindung des erhärteten Überzuges und nicht selten hierdurch nach einiger Zeit zerstört. Die entstehende Schicht gewinnt an Dauerhaftigkeit, wenn sie aus mehreren dünnen Überzügen gebildet wird. Der erste derselben zerklüftet beim Trocknen, der zweite Anstrich dient teilweise zur Ausfüllung der Klüfte u. s. f. Sehr deutlich erkennt man diesen Vorgang bei dickeren Auftragungen, z. B. dem Auftragen des Formerlehms auf das Kernmauerwerk bezw. Kerngerippe (S. 266).

Um zu grosses Schwinden zu verhüten, fügt man der (wässrigen) Flüssigkeit auch wohl wassergierige Stoffe (Chlorcalcium, Glaubersalz), vermöge wessen sie weniger trocknet, hinzu; in einigen Fällen wird die bildsame Schicht während ihres Erhärtens gestreckt und hierdurch starkes Schwinden verhütet.

Hierher gehört das Anstreichen bezw. Malen mit Leim- und Wasserfarben, welches näher zu beschreiben sich nicht lohnt.

Bei dem Schreiben mittels flüssiger Farbe[1]) verdrängt die über die Schreibfläche hinweggeführte Federspitze die Gasschicht, während die mehr oder weniger scharfen Ränder der zurückgekliebenen Gasschicht ein Ausfliessen der Schriftzüge verhindern, sie in der beabsichtigten Breite erhalten. Da bei dem Drucken die Gasschicht nicht fortgeschoben werden kann, so muss sie vorher entfernt werden, was durch künstliches Anfeuchten geschieht. Die Druckfarbe wird nur sehr dünn aufgetragen, so dass ein Ausfliessen derselben über die beabsichtigten Grenzen hinaus nicht in Frage kommt.

Beachtenswert ist das Wichsen und das Polieren mit Schellack. Der Name Wichsen ist zweifellos von Wächsen abgeleitet, von dem Überziehen des Holzes und anderer Stoffe mit einer dünnen, glänzenden Wachsschicht. Das Wachs wird (im geschmolzenen Zustande) durch Zumischung von 0,4 bis 0,7 Teilen Terpentinöl oder 1,6 Teile Regenwasser und 0,4 in 0,8 Teilen Wasser gelöster Pottasche so sehr erweicht, dass es (nach dem Erkalten) bequem aus-

[1]) Sitzungsberichte d. Gewerbfleissvereins 1887, S. 49 m. Abb.

gebreitet werden kann. Hierzu bedient man sich einer steifen Bürste, welche unter starkem Druck so lange über die Fläche hin und her geführt wird, bis sowohl eine gleichmässige Verteilung des Wachses in sehr dünner Schicht, als auch die Verdunstung (des grössten Teils) des Terpentins bezw. Wassers erreicht ist. Die Wichse (Graphit mit einem Verflüssigungsmittel) wird in gleicher Weise auf die Fussbekleidung gebracht und durch lebhaftes Bürsten getrocknet, sowie glänzend gemacht. In Weingeist gelösten Schellack trägt man mit dem sogenannten Polierballen (mehrere zusammengelegte Wolllappen, über welche ein feiner Leinenlappen gelegt ist) auf das vorher fein geschliffene Holz. Da der Weingeist rasch verdunstet, so ist man im stande, ohne die Arbeit zu unterbrechen, mehrere Überzüge aufeinander zu legen und trotz der ungemein geringen Dicke jeder Schicht einen widerstandsfähigen, gleichförmigen Überzug zu erzeugen, der sich durch hohen Glanz auszeichnet.

Manche Überzüge entstehen durch Eintauchen des Werkstückes in gefärbte Flüssigkeiten; dabei lagert sich die Farbe zuweilen vermöge ihrer Verwandtschaft zu dem Werkstück auf diesem ab, oder die Verbindung erfolgt erst nach dem Herausziehen des Werkstückes und Trocknen desselben.

Die Feuervergoldung bezw. Feuerversilberung findet mittels in Quecksilber gelösten Goldes bezw. Silbers statt. Man reinigt die zu vergoldenden Oberflächen sorgfältigst und trägt die Metalllösung (das Amalgam) mit einer feinen messingenen Kratzbürste auf, welche zu dem Zwecke in eine verdünnte Lösung salpetersaurem Quecksilberoxyds (Quickwasser) getaucht, dann gegen das Amalgam geführt wird und nunmehr zum Ausbreiten des letzteren auf der zu überziehenden Fläche dient. Die Gegenstände werden sodann mit Wasser abgespült, zum Trocknen hingelegt und hierauf erhitzt (abgeraucht), um das Quecksilber zu verdunsten. Das Verfahren wird je nach Umständen mehrere Male wiederholt, um einen entsprechend dicken und gleichförmigen Überzug zu erhalten.

γ. Das Erweichen findet durch Wärmezufuhr, das Erhärten durch Abkühlung statt.

Während bei der vorigen Gruppe vorwiegend die grosse Verwandtschaft der tropfbaren Flüssigkeit zum festen Körper zur Beseitigung der Gasschicht dient, kommt bei den Arbeiten der gegenwärtigen Gruppe die Wärme mitwirkend hinzu, bedingt aber auch nicht selten ähnliche Schutzmittel gegen die üble Wirkung der Wärme, wie beim Schweissen nötig sind.

Das Verzinnen auf trocknem Wege erfolgt, nachdem die betreffenden Metallgegenstände sorgfältigst rein (blank) gemacht und erhitzt sind, durch Ausbreiten des geschmolzenen Zinns auf der zu überziehenden Oberfläche. Die Metallfläche schützt man mittels Kolophoniums vor dem Verrosten; dasselbe legt sich eng an die zu überziehenden Flächen, so den Zutritt der Atmosphäre hindernd, macht aber dem geschmolzenen Zinn, wegen dessen grösserer Verwandtschaft zu dem Werkstück, bereitwilligst Platz. Das Ausbreiten des Zinns findet durch Verschieben desselben mittels eines Hedebüschels oder dergl. oder mittels Eintauchens des zu verzinnenden Gegenstandes statt.

Gegenstände, welche sich für das betreffende Arbeitsverfahren eignen (z. B. Eisenbleche) erwärmt man, nachdem sie sorgfältig gesäubert sind, in einem Talgbad (S. 200) und taucht sie sodann in geschmolzenes Zinn, welches man durch eine Talgdecke von der Luft abgeschlossen hat. Der Talg vertritt hier auch die Stelle des vorhin genannten Kolophoniums. Bei dem Abtropfen des überflüssigen Zinns bilden sich Tropfränder, welche man in erhitztem Talg abzuschmelzen sucht. Auch wird wohl der fertig verzinnte Gegenstand noch einmal in erhitzten Talg getaucht, um den gebildeten Überzug leicht zu schmelzen und von Fehlern zu befreien, welche bei der früheren Behandlung entstanden waren.[1]

---

[1]) Über Weissblechverfertigung: Zeitschrift d. Gewerbfleissvereins 1887, S. 313 m. Abb.

Das Verzinken des Eisens wird in gleicher Weise durchgeführt wie das eben beschriebene Verzinnen. Nur ist als Decke, der höheren Schmelztempetur des Zinks halber, nicht Talg zu gebrauchen; es wird statt dessen Salmiak nommen. Auch wird weniger Sorgfalt auf gutes Aussehen verwendet, weil e verzinkte Oberfläche an sich unschön aussieht.

Ähnlich verfährt man bei Hervorbringung anderer Metallüberzüge auf etallflächen.

Das Überziehen der Metalle, Thon- und Glaswaren mit Schmelz (Verhmelzen oder Emaillieren) beruht auf denselben Grundsätzen, wie die eben angeführten Arbeiten. Man trägt den feingemahlenen Schmelz, ein leicht hmelzbares, durchsichtiges oder undurchsichtiges Glas, welches mit Wasser, döl, Terpentin oder dergl. angemacht ist, mittels Pinsels auf die gehörig geinigten Flächen, oder taucht den zu überziehenden Gegenstand in die rahmtige, den gemahlenen Schmelz enthaltende Flüssigkeit, lässt die Schicht trockn und bringt sodann das Werkstück in einen Muffelofen (S. 196), um die Verhmelzung oder das Einbrennen zu vollziehen. War die aufgetragene hicht genügend dünn und vollständig, so wird durch die Anziehung der zu erziehenden Flächen die Gleichartigkeit des Überzuges während seines flüssigen standes erreicht. Dicke Auftragungen veranlassen dagegen ein teilweises fliessen und die Bildung von Tropfrändern. Dickere, gleichförmige Überzüge zeugt man durch wiederholtes Auftragen und Einbrennen, wobei jede neue hicht leichter schmelzbar sein soll als die vorige, um erstere ohne die letztere ssig machen zu können.

Durch Nebeneinanderlegen verschieden gefärbten Schmelzes lassen sich mangfache Verzierungen, ja Gemälde erzeugen. Findet das Einbrennen solcher beneinander liegender und sich gegenseitig berührender Schmelzteile gemeinm statt, so fliessen dieselben an den Grenzen ineinander über, dort Mischrben bildend. In manchen Fällen wird solches beabsichtigt, in anderen das einanderfliessen dadurch verhütet, dass man Glas verschiedener Schmelztemraturen verwendet und von diesen zunächst diejenigen aufträgt und einbrennt, elche die höchste Temperatur verlangen u. s. f. bis zuletzt die leichtest schmelzren an die Reihe kommen.

Beide erwähnte Verfahren kommen namentlich bei der Glasmalerei in nwendung.

Gemeinsames Einbrennen verschiedener Farben unter Hinderung des Innanderfliessens derselben ermöglicht man auch dadurch, dass man die Berühng der Ränder der einzelnen Flächenteile hindert. Auf Glas- und Thonaren kann solches einfach dadurch erreicht werden, dass man zwischen den verschmelzenden Flächenteilen einen oft nur linienbreiten Raum frei lässt; af Metallwaren, seltener auf Thonwaren aber durch Anbringung besonderer ennender Dämme. In letzterem Falle spricht man von Zellenschmelz. In e Zellen wird häufig der Schmelz sehr dick aufgetragen und auf die bei dem nbrennen sich zerklüftende Oberfläche eine zweite, auch wohl eine dritte hicht gelegt, nachdem die vorige Schicht durch Abschleifen geglättet war. ie Zellen werden je nach Umständen durch Giessen, Prägen, Stanzen oder rch Auflöthen der Dämme erzeugt.

Thonwaren enthalten den Grundkörper des Glases, nämlich Quarzsand. ingt man sonach Flussmittel auf deren Oberfläche und erhitzt die Gegenstände, bildet sich auf derselben das Glas. Dieses Verfahren heisst Verglasen oder lasieren.[1])

Es sei zu den bereits angezogenen Beispielen noch das Überziehen der senwaren, der Dachziegel und dergl. mit Teer bezw. Asphalt erwähnt. Daslbe gelingt ohne Schwierigkeit nach entsprechender Erwärmung (behufs Ver-

---

[1]) Vergl. über Verschmelzen u. Verglasen: D. p. J. 1879, **233**, 428; **234**, 9; 1880, **237**, 302; 1881, **242**, 5, 314; 1882, **243**, 334, 434; 1883, **247**, 474: 8, 431; 1884, **251**, 471; **253**, 530; **254**, 89, 339; 1885, **256**, 239, 361; **258**, 6, 328; 1886, **260**, 78 m. Abb.; **261**, 550.

Z. d. V. d. I. 1880, S. 99 m. Abb.

flüchtigung der Gasschicht) durch Auftragen mittels Pinsels, einer Bürste oder besser durch Eintauchen in die flüssige Masse, dem man wohl eine Behandlung mit dem Pinsel folgen lässt, um etwa zurückgehaltene Gasteile, welche in Blasenform unter dem Überzüge sich ansammeln, zu beseitigen.

δ. Die Erweichung erfolgt zwar durch physikalische Mittel, bei dem Erhärten sind jedoch chemische Vorgänge allein oder doch zum Teil thätig.

Diese Gruppe bietet, soweit die Zwecke dieses Buches in Frage kommen, wenig Bemerkenswertes. Sie ist nur der Vollständigkeit halber angeführt.

Die Färberei und Druckerei, bezw. die innerhalb deren Gebieten vorkommenden Arbeitsvorgänge beruhen im wesentlichen auf den, in dieser Gruppe massgebenden Gesetzen.

Aber auch das Anstreichen mit Ölfirnissen gehört hierher.

Das Leinöl wird mit Bleiglätte gekocht und dadurch seine Oxydation gefördert; es heisst nach der betr. Behandlung Firnis, insbesondere Leinölfirnis. Anstriche des reinen oder mit Farben gemengten Firnis trocknen, bezw. erhärten teilweise durch Verdunstung, im wesentlichen aber durch Fortschreiten der Oxydation. Das Verfahren des Anstreichens unterscheidet sich nur wenig von dem Anstreichen mit Wasser- oder Ölfarbe.

Ferner gehören hierher zahlreiche andere Verfahren zum Überziehen der Metalle mit anderen Metallen, welche letztere aus Salzen abgeschieden werden, sei es durch die Verwandschaft allein, oder unter Zuhilfenahme des elektrischen Stromes.

c. Keiner der beiden zu verbindenden Körper ist weich oder wird erweicht.

Wie schon erwähnt erzeugt man in diesem Falle die Verbindung durch einen, zwischen die beiden zu verbindenden gelegten dritten, entsprechend bildsamen Körper. Das Wesen der Verbindung fällt sonach mit dem unter *b* erörterten zusammen.

Es dürfte daher zulässig sein, an dieser Stelle von der Aufführung der einzelnen Gruppen abzusehen und ohne weiteres einige Beispiele anzuführen.

Das Leimen findet hauptsächlich Anwendung bei der Verbindung der Holzteile, unter Benutzung des Tischlerleims. Die grosse Elastizität des Holzes in der Querrichtung und das geringe Schwinden desselben in der Längenrichtung begünstigen die Festigkeit und Dauerhaftigkeit derjenigen Leimverbindungen, welche im wesentlichen gleichlaufend mit der Faserrichtung sind, wähend die Leimverbindungen auf der Stirn- oder Hirnseite des Holzes wegen der gewissermassen umgekehrt liegenden Eigenschaften unvollkommen ausfallen. Die Leimung hält ferner bei weichen Hölzern besser als bei harten; die Querfestigkeit der ersteren soll von der Festigkeit der Leimverbindung übertroffen werden.

Sehr harzreiche Flächen werden, um das Netzen derselben durch die Leimlösung zu fördern, mit Weingeist oder auch Knoblauch behandelt. Die Gasschicht beseitigt man durch die Pinselstriche, welche von der Verwandtschaft der Leimlösung zum Holz gefördert wird. Mehr noch unterstützt die Wärme das Beseitigen der Gasschicht. Deshalb werden, soweit angängig, die zu verleimenden Gegenstände in besonderen Kammern, oder an Öfen erwärmt. Nachdem der Leim aufgestrichen ist, werden die zu verbindenden Stücke mittels Zwingen zusammengedrückt und in dem gespannten Zustande bis zum Erhärten des Leims erhalten. Die Elastizität des gespannten Holzes fördert das Nähern der Flächen während des Schwindens der Leimschicht. Letzteres

man, wenn die betr. Flächen nur in mässiger Genauigkeit ausgeführt werden, zu mindern durch Zusatz erdiger Stoffe (z. B. Kreidepulver) zum Leim. Zuweilen werden die Holzflächen mit feinen Furchen (mittels des Zahnhobels) versehen, um die Berührungsfläche des Leims zu vergrössern; in diesem Fall ist der Zusatz nicht schwindender Stoffe zum Leim ebenfalls vorteilhaft.

Dünnes Holz wird beim Auftragen des Leimes — durch die Feuchtigkeit desselben — krumm, indem die genetzte Seite desselben sich stark dehnt. Sind beide zu verbindende Holzteile gleich dick und in gleichem Grade gedehnt, so schadet der erwähnte Umstand wenig. Anders ist es, wenn man ein dünnes Holzstück mit grösseren Flächenabmessungen (ein Furnier) auf dickeres Holz zu leimen hat. Letzteres wird durch die Feuchtigkeit des Leimes innerhalb der verfügbaren Zeit nur sehr wenig gedehnt, schwindet deshalb auch später wenig, während das dünne Holz in erheblichem Masse zu schwinden sucht. Zerstörung der Verbindung oder des Furniers sind die Folgen; in einigen Fällen tritt eine Krümmung der zusammengeleimten Stücke ein. Gegen die letztere schützt man sich durch ein Gegenfurnier d. h. man leimt auf das dickere Holz gleichzeitig diesseits und jenseits gleichartige Furniere auf. Im übrigen pflegt man nur das dickere Holz mit Leim zu bestreichen. Die Gasschicht entweicht bei gehörigem Druck durch das dünne Holz; ist dasselbe doch so durchlässig, dass ein Teil des Leimes auf seiner Oberfläche hervortritt, und nötig wird die zum Anpressen benutzten Beilagen mit Seife zu bestreichen, damit sie nicht festgeleimt werden.

Die Leimverbindung löst sich unter der Einwirkung der Feuchtigkeit und Wärme.

Das Kleistern und Verbinden durch Mörtel, bei dessen Durchführung ähnliche Grundsätze massgebend sind, wie beim Leimen, mag nur erwähnt werden.

Das Verhaaren (Veloutieren), Aufleimen der Schleifpulver auf Papier oder Gewebe (S. 398), Verbronzen (Bronzieren) erfolgt durch Aufstreichen des Leims (nach Umständen des Firnis) und Aufreiben, Bestäuben bezw. Bestreuen mit Scherwolle, bezw. dem Schleif- oder Bronzepulver.

Blattgold, Blattsilber und dergl. werden vielfach mittels Einweiss angeklebt. Um einen hohen Glanz zu erzeugen, muss die Fläche, auf welche die ungemein dünnen Metallblättchen gelegt werden, einen hohen Grad von Glätte haben. Holz und andere Stoffe werden zu dem Zwecke wiederholt mit Leimwasser und Leim mit Kreide angestrichen, der getrocknete Anstrich durch schneidende Werkzeuge ausgebildet und sorgfältig geschliffen, hierauf eine gefärbte Pargamentleimschicht aufgetragen und abermals geschliffen und dann die Glanzschicht (das Poliment), welche aus etwa 8 Tl. Bolus, 1 Tl. Blutstein, 1 Tl. Reissblei, etwas Wachs, Seife, oder Eiweiss und Leimwasser besteht, warm in mehreren Schichten aufgebürstet und dann die Metallblättchen aufgelegt, welche man mit dem Polierstein (S. 330) glättet.

Wetterbeständiger ist diese Verbindungsart, wenn man Firnis als Bindemittel verwendet.

Das Löten besteht in der Verbindung zweier Metallgegenstände durch Einfügen geschmolzenen Metalls, des Lotes. Man unterscheidet Hartlot oder Schlaglot vom Weichlot oder Schnelllot. Die Schmelztemperatur des ersteren liegt im allgemeinen über 500°, diejenige des letzteren beträgt meistens weniger als 300°. Als Hartlot wird verwendet: das graue Roheisen oder Gusseisen, das Kupfer und verschiedene Legierungen von Kupfer und Zink, zu welchen Metallen in besonderen Fällen auch Silber und Zinn gefügt wird. Das Weichlot bilden fast ausnahmslos Blei-Zinn-Legierungen. Durch verschiedenartige Zusammensetzungen gewinnt man zunächst eine reiche Stufenfolge verschieden leicht schmelzbarer Lote, die Art der Legierungen bezweckt aber zuweilen auch die Gewinnung einer gewissen Zähigkeit oder Farbe des Lotes.

Da die Festigkeit der Lötverbindung durch die Festigkeit des Lotes bedingt wird, so erfordern feste Lötungen schwerer schmelzbare Lote. Andererseits sind die leicht schmelzbaren Lote da am Orte, wo eine grössere Erwärmung des Werkstückes vermieden werden muss.

Die durch Lötung zu verbindenden Flächen sind selbstverständlich möglichst genau zusammenzufügen, metallisch rein zu machen und zu erhalten. Letzteres geschieht, bei Verwendung der Hartlote durch Borax, gegenüber dem Weichlote durch Fichtenharz oder durch Eindampfen dickflüssig gemachter Lösung salzsauren Zinks (Lötwasser).

Das Hartlot wird — in Körnern, als Draht oder Blech — auf die durch Zusammenlegen der zu verbindenden Teile gebildeten Fugen gebracht, Boraxpulver hinzugefügt und die betr. Stelle bis zum Schmelzen des Lotes erwärmt. Das flüssig gewordene Lot soll in die Fuge fliessen und in ihr festgehalten werden, so dass die Haarröhrchenkraft der Fuge in Wirksamkeit zu treten hat; also eine geringe Fugenweite von hoher Bedeutung ist. Man sucht die Schmelzung des Lotes (im Kohlenfeuer oder der geblasenen Flamme) möglichst rasch zu vollziehen, und dann den Gegenstand sofort von der Wärmequelle zu entfernen, um ein zu weit gehendes, der Gestalt des Stückes gefährliches Erwärmen zu vermeiden. Mässiges Erwärmen der benachbarten Teile ist unvermeidlich, weshalb eine Sicherung (durch Zusammenbinden oder dergl.) gegen die Öffnung der Lötfuge notwendig ist.

Sind an einem Gegenstande mehrere Lötungen auszuführen, so erfordert in der Regel, aus leicht ersichtlichen Gründen, jede folgende Lötung ein leichtflüssigeres Lot.

Das Weichlot bringt man ebenfalls zuweilen in Körnern auf die Lötstelle, häufiger jedoch in flüssigem Zustande, indem man mit dem erhitzten Lötkolben (S. 202) ein wenig von dem Lot schmilzt und den anhaftenden Teil auf die Lötfuge überträgt und ausbreitet.

Um die Festigkeit der Lötung zu mehren, vergrössert man vielfach die betreffenden Flächen, teils durch Schräglegung derselben (vergl. Fig. 451 S. 452), teils durch Auszacken bezw. Verzahnen der Ränder oder andere Mittel.

Das Kitten unterscheidet sich von dem Leimen und Löten dadurch, dass beim Erhärten des Kittes chemische Vorgänge eine mehr oder weniger grosse Rolle spielen. Die zur Ausfüllung der Verbindungsfuge dienenden Stoffe erfahren eine Umwandlung, vermöge welcher sie entweder durch eine Flüssigkeit oder durch Wärme oder endlich durch keins von beiden Mitteln wieder zu lockern sind.

Es würde viel zu weit führen, wenn eine einigermassen vollständige Übersicht der Kitte hier angefügt würde, zumal hierdurch eine weitere Klärung der mechanischen Vorgänge des Verbindens nicht gewonnen werden würde. Ich verweise deshalb auf den zweiten und dritten Band dieses Werkes, in welchen derartige Einzelheiten am Orte sind[1]).

2. Verbinden durch Reibung.

Das Wesen der Reibung ist bisher noch nicht genügend erklärt, was wohl daher rührt, dass mehrere Umstände zusammenwirken, um die Erscheinung hervorzubringen, welche man Reibung nennt.

Man hat versucht die Reibung als Widerstand zu erklären, welcher entsteht durch das Übereinanderhinweggleiten hervorragender Teile der Flächen, das zu zeitweiser Entfernung der reibenden Flächen, Zurückdrängen der sie nähernden Kraft führt. Wäre diese Erklärung richtig, so dürfte die Überwindung der Reibung Arbeit nicht erfordern, indem die Arbeit, welche das zeitweise Entfernen der Flächen erfordert, wiedergewonnen werden würde bei dem folgenden Nähern derselben. Bei Ver-

[1]) Vergl. auch Prechtl, Techn. Encykl. 1837, Bd. 8, S. 385.

folgung dieses Gedankens kann man sogar zu dem Schluss kommen, dass für die Reibung gleichgültig ist, ob die gegeneinander überliegenden Flächen mehr oder weniger mit Erhabenheiten bezw. Vertiefungen bedeckt sind.

Die angeführte Erklärung ist auch deshalb hinfällig, weil sie der Thatsache widerspricht, dass der Reibungswiderstand ein kleiner ist, solange ein Gleiten stattfindet (*Reibung der Bewegung*), grösser, solange die Verschiebung nicht eintritt (*Reibung der Ruhe*).

Zutreffender ist die Erklärung, dass die zwischen den benachbarten Teilchen herrschenden anziehenden Kräfte das Wesen der Reibung ausmachen, weil diese Annahme bekannten Erscheinungen nicht widerspricht.

Sind solche Kräfte zwischen zwei sich berührenden Flächen (die Berührung ist keine unmittelbare, weil sonst die früher erörterte Verbindungsart vorliegen würde) vorhanden, so müssen sie bei der Verschiebung der Flächen überwunden werden. Durch Anspannen der Kraftlinien, welche dem Abreissen derselben, d. h. dem Überschreiten des Anziehungsgebietes vorausgeht, werden die Urteile der gegeneinander überliegenden Flächen ein wenig aus ihrer Gleichgewichtslage entfernt; sie schnellen zurück, sobald die gegenseitigen Anziehungsgebiete nicht mehr ineinander übergreifen und die Arbeit, welche hierbei verrichtet wird, setzt sich in Wärme, teils auch in Elektrizität um. Durch Einschieben einer Flüssigkeit zwischen die sich reibenden Flächen wird die unmittelbare Anziehung ihrer Ur-Teile teilweise oder ganz aufgehoben; an ihre Stelle tritt die Wechselwirkung zwischen den Ur-Teilen der festen Flächen und denjenigen der Flüssigkeitsschicht. Da nun die gegenseitige Lagerung der letzteren der gegenseitigen Verschiebung einen geringen Widerstand entgegensetzt (vergl. S. 100), so erfordert das Aneinanderentlangschieben der festen Flächen geringeren Kraftaufwand, als ohne Vorhandensein dieser Flüssigkeitsschicht erforderlich sein würde.

Eine solche Flüssigkeitsschicht ist nun immer vorhanden, solange von einem gegenseitigen Gleiten zweier fester Flächen ohne sofort sichtbare Verletzungen der letzteren die Rede ist, sei sie nun gewissermassen zufällig (auf den Flächen verdichtete Gase, sogenannter Schmutz) oder absichtlich (Schmierung) an ihren Ort gebracht. Sie ist nur verschieden hinsichtlich ihrer Dicke und ihrer Natur.

Während der gegenseitigen Ruhelage der festen Flächen haben die Teilchen der Flüssigkeitsschicht Zeit, den verschiedenen Anziehungskräften nach Massgabe ihrer Bedeutung folgend einen vollständigen Gleichgewichtszustand zu gewinnen, dessen Aufhebung naturgemäss einen grösseren Aufwand äusserer Kräfte erfordert, als wenn wegen der Geschwindigkeit des Vorganges die einzelnen Kräfte verhindert sind, gemeinsam zu widerstehen. Auch dürfte häufig während der Ruhe eine grössere Näherung der festen Flächen dadurch herbeigeführt werden, dass der Flüssigkeitsschicht die Ausfüllung des Raumes zwischen den beiden festen Flächen besser gelingt, als während der Bewegung. Mit der Verdünnung der Flüssigkeitsschicht vermindern sich die Abstände der sich beeinflussenden Ur-Teile, verdichtet sich die Flüssigkeitsschicht, erhöht sich also der Wider-

stand gegen die Verschiebung. Die grössere Näherung der Flächen hat endlich noch die Vermehrung derjenigen gegeneinander überliegenden Punkte der festen Flächen zur Folge, welche sich nahezu oder völlig berühren, wodurch eine weitere Steigerung des Widerstandes herbeigeführt wird. Dass an einzelnen Punkten die festen Flächen sich unmittelbar berühren, geht aus der Thatsache der Abnutzung der Flächen hervor, welche stets beobachtet wird.

Die vorliegende Annahme führt aber auch zu einer ungezwungenen Erklärung der beiden Thatsachen, dass die sogenannte Reibungswertziffer (das Verhältnis des Reibungswiderstandes zu der äusseren Kraft, welche die gleitenden Flächen zusammendrückt) von der Geschwindigkeit des Gleitens und von der Glätte, bezw. Rauhigkeit der Gleitflächen abhängig ist.

Zu ersterer wurde soeben schon bemerkt, dass bei der Geschwindigkeit *o* der Widerstand grösser sein müsse als bei einer grösseren Geschwindigkeit. Die angeführten Ursachen würden nun zu dem Schluss führen, dass mit zunehmender Geschwindigkeit die Reibungswertziffer stetig abnehmen müsste. Man weiss dem gegenüber, dass zwar von der Ruhe ausgehend die Reibung mit dem Wachsen der Geschwindigkeit abnimmt, aber bald eine Wendung eintritt, nach welcher eine Zunahme des Reibungswiderstands mit derjenigen der Geschwindigkeit zweifellos erkannt wird. Dieser Umstand erklärt sich nun sehr einfach aus der bekannten Thatsache, dass die innere Reibung der Stoffe überhaupt mit der Geschwindigkeit der Bewegung zunimmt (S. 100).

Der Einfluss der Glätte der reibenden Flächen erkennt man leichter, wenn derjenige des Druckes für die Flächeneinheit erklärt ist. Bei Zunahme des Einheitsdruckes wird nicht allein die Flüssigkeit verdichtet, sondern auch zum Teil verdrängt. Beide Erscheinungen steigern nicht allein die innere Reibung der Flüssigkeitsschicht, sondern mehren auch die Zahl der festen sich nackt berührenden Punkte, so dass bei Überschreitung einer, jedem einzelnen Fall eigenen Grenze des Einheitsdruckes Fressen (vergl. S. 445) eintritt.

Es ist nun leicht zu übersehen, dass bei der gegenseitigen Verschiebung rauher Flächen zeitweise der Einheitsdruck an einzelnen Punkten grösser wird als an anderen, dass sich Hervorragungen einander begegnen und an den Berührungspunkten die Flüssigkeitsschicht verdrängen, dass also das Abreissen der dort eintretenden engeren Anziehung erheblicheren Kraftaufwand erfordert, als das Entlanggleiten glatterer Flächen, welche weniger Gelegenheit zu solchen Vorgängen bieten.

Hiernach sind die Verbindungen durch Reibung mit denjenigen durch Anziehung nahe verwandt. Es ist ihre gesonderte Behandlung aber geboten, weil mit wenigen Ausnahmen jede Reibungsverbindung dauerndes Zusammendrücken der Flächen erfordert, und andererseits die Befreiung der Flächen von der ihr aufgelagerten Gasschicht nicht nötig macht.

Es möge hier eine kleine Auswahl solcher Reibungsverbindungen, bei denen nur die Reibung der Ruhe in Frage kommt, erörtert werd

A. Die Reibung wird lediglich durch Aneinanderdrücken
Flächen hervorgebracht.

Durch gewaltsames Eindrücken einer Welle in die Bohrung eines
es, welche etwas weniger weit ist, als die Dicke der Welle beträgt,
den die sich berührenden Flächen zurückgedrängt, und durch die
tizität ihrer Umgebung die zugehörigen Drücke dauernd erhalten.
Grösse der Drücke, folglich auch der auftretenden Reibung hängt
von dem Grade der Dehnung, bezw. Zusammendrückung, welche die
Reibungsflächen benachbarten Teile erfahren.

Auf denselben Grundsätzen beruhen viele Zapfenverbindungen
Holzes: die Dicke des Zapfens überwiegt die Weite des Loches in
issem Grade, so dass der Zapfen unter eigener Zusammendrückung
Zurückdrängung der Lochwandungen in das Loch einzudringen ver-
. Genügt der auf diesem Wege zu erzielende Flächendruck nicht,
treibt man Keile in das Ende des Zapfens, ihm dadurch eine grössere
ckspannung gebend.

Die Verbindung mittels hölzerner Nägel ist eine doppelte der-
ge Zapfenverbindung. Ein Stück des Nagels ist in den einen, das
ere Stück des Nagels in den anderen der zu verbindenden Teile
wängt, und zwar unter Umständen, indem in das sogenannte spitze
gelende ein Keil getrieben wurde.

Metallne Nägel, Fig. 454 und 455, werden häufig mit einem Kopf



Fig. 454.



Fig. 455.

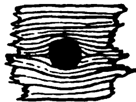
sehen, so dass die Reibung des Nagels nur in einem der zu ver-
denden Stücke, nämlich in *C*, zur Verbindung benutzt wird, während
ich gegen den Nagelkopf stützt.

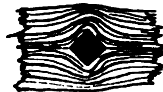
Unter sonst gleichen Umständen ist die Reibung, welche der Nagel in C erfährt, von der Grösse der Reibungsfläche abhängig. Die Reibungsgrösse wird im übrigen von dem Grade der Zusammendrückung, welchen das Holz oder der sonst für die Verbindung benutzte Stoff erfährt, wie von dem Grade der Elastizität und Festigkeit des in Rede stehenden Stoffes beeinflusst.

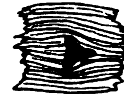
Der entstehende Reibungswiderstand scheint derselbe zu sein bei Drahtnägeln, d. h. solchen, welche aus Draht erzeugt sind, in ganzer Länge bis auf die kurze, pyramidenförmige Spitze gleiche Dicke haben, Fig. 454, und den älteren geschmiedeten Nägeln, Fig. 455. Bei dem Eintreiben der Nägel in das Holz werden die Fasern desselben zur Seite gedrängt. Das führt zuweilen zum Zerspalten des Holzes; um solches zu verhüten, wird in betreffenden Fällen ein (engeres) Loch in das Holz gebohrt, so dass nur eine mässigere Verdrängung der Fasern nötig wird. Die Festigkeit der Verbindung scheint hierdurch nur unbedeutend vermindert zu werden, wenn das Verhältnis der Nageldicke zur Weite des vorgebohrten Loches geeignet gewählt wird.

Der quer gegen die Faserrichtung eingetriebene Nagel wird fester gehalten als derjenige, dessen Längenrichtung mit der Faserrichtung zusammenfällt, was leicht erklärlich ist.

Der runde Nagelschaft, Fig. 456, drängt die Fasern des Holzes ähnlich auseinander, wie der viereckige, Fig. 457, namentlich wenn man den letzteren


Fig. 456.


Fig. 457.


Fig. 458.

so legt, dass eine seiner Diagonalen mit der Fasernrichtung zusammenfällt. Der dreispitzige Querschnitt, Fig. 458,[1]) dagegen, von welchem behauptet wird, dass er für das Haften des Nagels vorteilhafter sei als der runde oder vierkantige, scheint weniger günstig für die Verdrängung der Fasern zu sein.

Die Reibungsfläche des Nagels ist nur auf die Länge l, Fig. 454 und 455, um welche derselbe in das Holz C eingetrieben wurde, im vorliegenden Sinne wirksam. Grösser als der hier gewonnene Reibungswiderstand braucht auch die Reiss-Festigkeit des Nagels nicht zu sein. So gewinnt man einen Anhalt für Bestimmung der Verhältnisse des Nagels.

Nach Karmarsch beträgt die Reibung, welche 1 *mm*. Oberfläche des eingetriebenen Nagels erfährt:

	wenn der Nagel eingetrieben ist	
	von der Hirnseite:	quer gegen die Faser:
Bei Tannenholz	0,36	0,63
„ Lindenholz	0,36	0,67
„ Rotbuchenholz	0,68	1,07
„ Weissbuchenholz	0,83	1,17
„ Eichenholz	1,03	1,41

Diese Zahlen sind nur als Mittelwerte aufzufassen. Insbesondere werden sie beeinflusst durch das behufs leichteren Eintreibens der eisernen Nägel häufig angewendete Schmieren. Geschieht dasselbe mit Wasser, so rostet der Nagel und seine Oberfläche verbindet sich ungemein fest mit dem Holz.

Andere Versuchsergebnisse über die Haltbarkeit der Nagelung finden sich in den unten verzeichneten Quellen[2]).

[1]) Deutsche Bauzeitung 1883, S. 11 m. Abb.

[2]) D. p. J. 1824, **14**, 236; 1837, **66**, 7; Z. d. Arch. u. Ingen.-Ver. f. Hannover 1856, S. 173; 1860, S. 41; Polyt. Centralbl. 1860, S. 873; Portef. économ. d. machines 1882, S. 42.

Bei Verbindung metallner Gegenstände wird der erforderliche Druck nicht selten durch neben den Zapfen oder dergl. eingetriebene Keile hervorgebracht. Das Verhalten der entstehenden Verbindung ist das gleiche, wie bei den bisher erwähnten Reibungs- oder Zwängverbindungen.

Ist weder die Anwendung solcher Keile, noch das entsprechend gewaltsame Einpressen möglich, so greift man zu dem Aufschrumpfen. Der Zapfen, die Welle oder überhaupt das Einzusteckende wird bei gewöhnlicher Temperatur erhalten, der die Höhlung enthaltende Teil aber erwärmt, so dass die Höhlung sich genügend erweitert, um sie über das Einzusteckende schieben zu können. Bei dem folgenden Erkalten pressen sich die einander gegenüber liegenden Flächen fest aufeinander und erzeugen hierdurch die in Rede stehende Reibung.

Die Grösse des eintretenden Druckes hängt ab: einerseits von der Elastizität der in Frage kommenden Stoffe, andererseits von dem Überschuss der Zapfen- bezw. Wellendicke gegenüber der Lochweite. Handelt es sich z. B. um das Auflegen eines schmiedeeisernen Reifen Fig. 459 auf eine Welle, so ist die im Reifen entstehende Spannung (vergl. S. 112)

$$\sigma = \varepsilon \, . \, E = \frac{d - d_1}{d_1} \, . \, 20000$$

wenn die elastische Nachgiebigkeit der Welle vernachlässigt wird.



Fig. 459.

Soll nun σ den Wert von 20 *kg* nicht überschreiten, so gewinnt man aus obiger Gleichung die andere:

$$20 = \frac{d - d_1}{d_1} \, . \, 20000$$

$$d_1 \, (1 + 1000) = 1000 \, d$$

$$\frac{d_1}{d} = \frac{1000}{1001} \, .$$

Ein so geringer Unterschied zwischen d_1 und d ist schwer durch Messung genau festzustellen; es liegt die Gefahr vor, dass bei ungenauem Messen σ die Zerreissfestigkeit überschreitet, also der Reifen bei seiner Abkühlung zersprengt wird. Deshalb pflegt man die Erwärmung des Reifens in bestimmten Grenzen zu erhalten, um das Aufschieben des Reifens unmöglich zu machen, solange seine Weite zu gering ist.

Die Ausdehnung des Stabeisens beträgt nun für 1° Erwärmung (vgl. S. 5) etwa 0,00001235 seiner Länge. Da die im vorliegenden Falle verlangte Dehnung 0,001 beträgt, so berechnet sich die erforderliche Temperaturerhöhung zu:

$$0{,}001 : 0{,}00001235 = 81°.$$

Erwärmt man sonach den Reifen um 100°, so tritt eine Erweiterung ein, welche das Überschieben des zum Durchmesser d der Welle richtig gebohrten Reifens erleichtert, ohne die Gefahr einer Überspannung des letzteren herbeizuführen. Werden zwei verhältnismässig dünne Reifen übereinander gelegt, so dass anzunehmen ist, dass der innere durch den entstehenden Druck in demselben Masse verkürzt, wie der äussere eine Verlängerung erfährt, so entspricht die in Aussicht genommene Spannung dem doppelten Temperaturunterschiede.

Viel Reibungs- oder Zwängverbindungen, die unter den Sammelnamen: Geflechte, Gewebe zusammengefasst werden, gehören völlig zu denjenigen, bei denen die Reibung nur vom Druck abhängig ist.

Fig. 460 zeigt beispielsweise ein einfaches Geflecht aus Holzspänen oder glatt gemachten Strohhalmstreifen in Ansicht und Querschnitt. Jeder Streifen legt sich abwechselnd unter bezw. über die ihn kreuzenden Streifen. Vermöge der hierzu erforderlichen Durchbiegung drücken die steifen Streifen an den Kreuzungpunkten fest aufeinander. Ross-

haare, Binsen, Draht werden in gleicher Weise verflochten, so Flächen bildend.

Die auftretende Reibung bringt auch einen für manche Zwecke genügenden Zusammenhang hervor, wenn die steifen Streifen sich in der Weise, wie die Fig. 461, 462 und 463 darstellen, sich kreuzen.

Man wählt diese Anordnungen, um das Aussehen des Geflechtes gefälliger zn machen, als das einfache, in Fig. 460 abgebildete ist. Die Herstellung dieser Geflechte findet statt, indem man die Streifen der einen Richtung zwischen diejenigen der anderen Richtung, welche teils

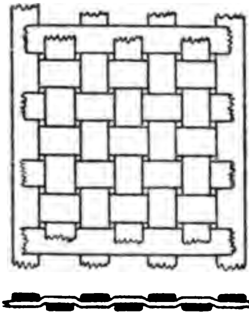


Fig. 460.

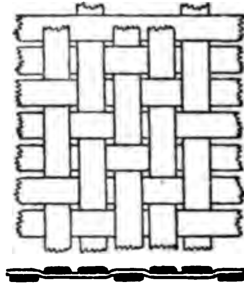


Fig. 461.

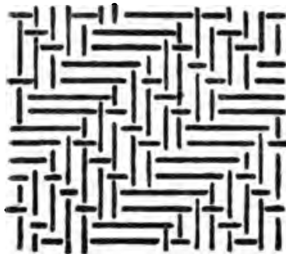


Fig. 462.

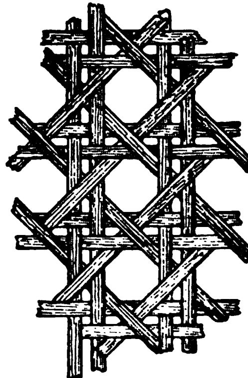


Fig. 463.

platt liegen, teils emporgehoben werden, einschiebt u. s. f. Fig 463, welche dem gewöhnlichen Stuhl-Rohrgeflecht entnommen ist, erfordert wechselvolleres Aufheben bezw. Einschieben der sich kreuzenden Streifen.

Je biegsamer die Streifen, bezw. Stäbchen sind, um so geringer ist der von den Durchbiegungen an den Kreuzungsstellen hervorgebrachte Druck. Durch möglichst enge Lage der Streifen wird einerseits die Biegung derselben verschärft, andererseits aber die Berührungsfläche eine gebogene. Beide Umstände ermöglichen den Fig. 460 bis 464 ähnliche

lächengebilde aus Fäden herzustellen und ihnen einen grossen Zusammenang zu geben. Diese Verbindungen werden w. u. weiter erörtert werden.

Aus der w. o. (S. 461) gegebenen Erklärung des Wesens der eibung folgt, dass ein gewisses, wenn auch geringes Zusammenhaften er Körper stattfindet, wenn man sie zusammengedrückt, aber den Druck ieder aufgehoben hat, ohne die nahe aneinander liegenden Gegenstände bsichtlich voneinander zu trennen.

Die Erfahrung bestätigt diesen Schluss vollständig und es wird von er Thatsache vielfach Gebrauch gemacht bei der Verarbeitung der aserstoffe, deren geringes Gewicht sie für die vorliegende Verbindungsrt tauglich macht.

Man verbindet so die Fasern durch den Druck der Hand oder durch Walendruck, um ihnen eine bandförmige, für die weitere Bearbeitung bequeme estalt zu geben. Das Strecken (S. 300) dieses Bandes mindert den Zusamenhang desselben. Durch Zusammenlegen mehrerer solcher Bänder (das Dopeln) vergrössert man den Faserquerschnitt, und durch den Druck eines Walnpaares, durch welches das Band hierauf geführt wird, bringt man den errderlichen Zusammenhang wieder hervor.

Das Band bewegt sich hierbei winkelrecht zu den Walzenachsen, erfährt so nur in einer Richtung Druck, wird platt.

Deshalb zieht man vor, wenn der Querschnitt des Bandes ein kleiner ist, daslbe auf anderem Wege zusammen zu drücken. Man legt es z. B. zwischen vei Flächen, die sich winkelrecht zur Längenrichtung des Bandes gegeneinander rschieben und dadurch dasselbe zwischen sich rollen; es wird dadurch ringsum isammengedrückt und erhält einen runden Ouerschnitt (Würgelmaschine, klipsmaschine, Mulde der Vorspinnkrempel).

Es lässt sich aber auch die Näherung der Fasern durch vorübergehendes 'inden derselben erreichen; während der Windung üben die äusseren Fasern, elche die ihrer Schräglage entsprechende Verkürzung des Bandes (s. w. u. ter Spinnen) nicht erreichen können, gegen das Innere einen Druck aus. 'orspinnmaschinen mit falschem, richtiger vorübergehendem Draht).

B. Die Reibung wird durch bogenförmige Gestalt der Beihrungsflächen vergrössert.

Legt man einen Faden über einen Stab kreisförmigen Querschnittes, ig. 464, und zwar so, dass er den Stab längs des ogens φ umspannt, hält man diesen Faden an einem nde mit der Kraft P_1 fest und versucht durch ehen am anderen Ende ihn zum Gleiten zu bringen, findet man die hierzu erforderliche Kraft P_2 esentlich grösser als die Kraft P_1, nämlich zu:

$$P_2 = P_1 \, e^{f\varphi}$$

enn e die Basis der natürlichen Logarithmen ,71828) und f die Reibungswertziffer bedeuten[1]).



Fig. 464.

Der Reibungswiderstand, welchen den Faden auf dem Stabe findet, sonach:

$$P_2 - P_1 = P_1 \, (e^{f\varphi} - 1)$$

Ist beispielsweise $f = 0{,}4$ und $\varphi = 2\pi$, d. h. liegt der Faden in einer llen Windung auf dem Stabe, so ist:

$$P_2 - P_1 = 11{,}33 \; P_1$$

er die entstehende Reibung gleich dem $11\frac{1}{3}$fachen der Anfangsspannung.

[1]) Redtenbacher, Maschinenbau, Mannheim 1862, Bd. 1, S. 184.

Dieser Umstand, dass man nämlich durch bogenförmige Gestalt der Berührungsfläche die Reibung auf das Vielfache der Anfangsspannung steigern kann, wird in ausgedehntem Masse benutzt bei dem Spinnen, Flechten, Weben, Nähen u. s. w.

a. Das Spinnen. Durch Winden einer Anzahl gleichlaufend nebeneinander liegenden Fasern legen sich diese in Schraubenlinien. Eine an der Oberfläche des Gebildes befindliche Faser nimmt z. B. die Gestalt *a b*, Fig. 465, an. Sie umspannt sonach die übrigen Fasern in einem Bogen. Ist nun das eine Ende der Faser in irgend einer Weise festgehalten — sei es dass das Ende unter einer der anderen Fasern steckt, sei es, dass nur das natürliche Aneinanderhaften benachbarter Fasern (vergl. S. 467) einen gewissen Halt gewährt — so gehört schon eine nennenswerte Kraft dazu, um die Faser durch Ziehen an ihrem anderen Ende zum Gleiten zu veranlassen. Im Verhältnis hierzu würde der Widerstand gegen das Gleiten sein, wenn man die Faser in der Mitte ihrer Länge zerschnitte und an den Trennungsstellen ziehend versuchte, das eine oder andere Stück der Faser gleiten zu machen. Das stellt aber den Einfluss dar, welchen die Faser auf die Gesammtfestigkeit des Faserbündels hat: die eine Hälfte derselben klammert sich nach der einen, die andere Hälfte nach der anderen Seite an das Faserbündel und vermehrt die Reissfestigkeit desselben um die Grösse der Reibung, wenn nicht etwa die Reissfestigkeit der Faser geringer ist, als jeder einzelne der beiden Reibungswiderstände.

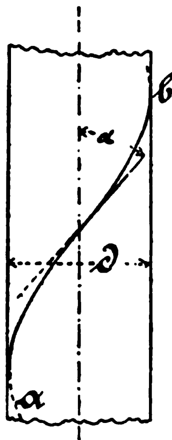


Fig. 465.

Jedoch kommen die genannten Reibungswiderstände der Zerreissfestigkeit des gewundenen Bündels, des Fadens nicht voll zu gute, da die Faser gegen die Längenrichtung des Fadens um den Winkel α geneigt ist. Die Widerstandskraft der Faser ist demnach mit dem echten Bruch $\cos \alpha$ zu vervielfältigen, um den Anteil zu gewinnen, welchen sie an der Festigkeit des Fadens hat.

Hiernach empfiehlt sich α möglichst klein zu wählen; ein grosser Winkel α liefert aber bei derselben Faserlänge einen grösseren Umspannungsbogen, so dass andererseits der Winkel α um so grösser genommen werden muss, je kürzer die Fasern sind. Für eine und dieselbe Fasernart und Fasernlänge giebt es sonach eine bestimmte Grösse des Winkels α, welche hinsichtlich der Festigkeit des entstehenden Fadens die vorteilhafteste ist. Daraus folgt, dass man die verhältnismässig stärksten Gespinste nur bei Verwendung gleicher Fasernlänge zu gewinnen vermag.

Über die Reibungswiderstände der in der Oberfläche des Fadens liegenden Fasern leitet Ernst Müller[1]) die Gleichung:

$$R = R_0 \cdot \frac{b + u^2}{a\, u^2} \left[\frac{a \cdot u^2}{e \cdot b + u^2} - 1 \right]$$

[1]) Civilingenieur 1880, S. 137 m. Abb.

ab, in welcher R den Reibungswiderstand (in Reisslänge, vergl. S. 116) in dem gewundenen Faden, R_0 denjenigen im ungewundenen Faden, u die Zahl der Windungen für die Längeneinheit des Fadens, e die Basis der natürlichen Logarithmen und a wie b Grössen bedeuten, welche bei gleichem Stoff unveränderlich sind.

Die Widerstände, welche die weiter in der Mitte des Fadens liegenden Fasern erfahren, versucht Ernst Müller nicht auf theoretischem Wege zu gewinnen; indem derselbe auf die verwickelte Natur und auch auf die verhältnismässige Minderwertigkeit derselben hinweist, stellt er auf Grund zahlreicher Versuche einen Erfahrungswert für die Festigkeit verschieden stark gewundener Fäden auf, welcher brauchbar sein dürfte, wenn die von der Natur, insbesondere auch der Länge der versponnenen Fasern abhängigen Grössen für die verschiedenen Stoffe gefunden worden sind.

Wegen der schraubenförmigen Lage jeder Faser im Faden tritt mit der Windung eine Verkürzung desselben ein. Diese Verkürzung des Fadens würde, wenn die Länge der Fasernlage sich nicht änderte, durch den Wert

$$\mathfrak{V} = l\ (1 - \cos\alpha)$$

ausgedrückt werden, wenn l die Länge des ungewundenen Fadens bezeichnet. Bei dem Durchmesser d und bei u Windungen für die Längeneinheit des ungewundenen Fadens ist aber

$$\sin\alpha = \frac{u\,.\,d\,.\,\pi}{1}$$

sonach:

$$\mathfrak{V} = l\left\{1 - \sqrt{1 - (u\,.\,d\,.\,\pi)^2}\right\}$$

d. h. die Verkürzung fällt bei gleicher Windungszahl u um so geringer aus, je kleiner d ist. Da nun in ein und demselben Faden die Fasern als in cylindrischen Flächen verschiedener Durchmesser gelagert betrachtet werden können, so würde jene Verkürzung, wenn es möglich wäre, von dem grössten Wert $\mathfrak{V}$ ab, welcher in der Oberfläche des Fadens angestrebt wird, sich in jeder tieferen Schicht verringern und in der Mitte des Fadens gleich Null werden. Es kann der Faden jedoch nur in seiner Gesamtheit und zwar eine gleichmässige Verkürzung erfahren, weshalb in der Nähe seiner Oberfläche eine Streckung, in der Nähe seiner Mitte aber eine Stauchung eintritt, jedenfalls also der Widerstand gegen das Zerreissen des Fadens vorwiegend in seinen äusseren Schichten liegt, wogegen die inneren im Gegenteil den auf Zerreissen gerichteten Kräften zu Hilfe kommen.

Diese Thatsache hat nach einem Vermerk im Civilingenieur 1880, S. 145, zuerst Mersennus erwähnt, sie wurde durch Versuche Réaumur's bestätigt[1]); sie enthält den Beweggrund für das Zwirnen, bezw. die Bildung der Seile aus Fäden, Litzen u. s. w.

Von den Fäden wird keineswegs allein grosse Zerreissfestigkeit verlangt; sie haben vielmehr je nach ihrem Verwendungszweck auch verschiedenen anderen Forderungen zu genügen, weshalb die Zahl der Windungen welche man der Längeneinheit des Fadens giebt, der Draht des Fadens wesentlich durch den Verwendungszweck bedingt wird.

---

[1]) Histoire de l'acad. roy. des sciences 1711, S. 105.

Man pflegt die Windungen für 1 *m* Länge im geraden Verhältnis zur Wurzel aus der Nummer, also, bei gleich harten Garnen im geraden Verhältnis zur Fadendicke zu wählen.

Die Zahl *u* der Windungen für 1 *m* Länge beträgt hiernach:

$$u = n \sqrt{N^{\underline{u}}}\,.$$

Nach Hartig ist für die einheitlichen Garnnummern im Mittel anzunehmen:

bei besonders stark gedrehtem Baumwollgarn	$n = 130$—140
- Wergkette und Baumwollkette für mechanische Webstühle	$n = 110$—120
- gewöhnlichem Kettengarn aus Flachs und desgl. gröberem aus Baumwolle, Baumwollschussgarn für mech. Webstühle, Baumwollstrumpfgarn	$n = 90$—110
- Schussgarn aus Flachs und Werg, gewöhnlichem feineren Kettengarn aus langer Baumwolle, Streichgarnkette . .	$n = 90$—100
- gewöhnlichem Baumwoll-Schussgarn	$n = 80$—90
- fest gedrehter Kammgarnkette aus Merino-Wolle	$n = 70$
- Halb-Kettengarn aus Kammwolle	$n = 60$
- gewöhnlichem Schussgarn aus Wolle	$n = 50$
- Strumpfgarn aus langer Wolle	$n = 40$

Die Mittel, welche zum Winden des Garnes dienen, sind an sich höchst einfache; sie paaren sich den Mitteln zum Aufwickeln des gesponnenen Garnes, ja häufig mit denjenigen, welche dem letzten Strecken dienen. Die Beschreibung der erstgenannten Mittel soll deshalb da nachgeholt werden, woselbst vom Aufwickeln, Ordnen, die Rede ist.

b. Das Zwirnen. S. 469 wurde des Umstandes gedacht, dass nur die äusseren Schichten eines gesponnenen Fadens dessen Zerreissfestigkeit ausmachen. Man kann aus den Erörterungen, welche dieses Ergebnis hatten, ohne weiteres den Schluss ziehen, dass die in Rede stehende Verschiedenheit der Faserbeanspruchung innerhalb verschieden tief liegender Schichten des Fadens um so grösser ausfällt, je dicker der letztere ist. Ein feiner Faden ist hiernach im stande, für die Flächeneinheit seines Querschnittes einen grösseren Widerstand zu leisten, als ein dicker Faden. Würde man einen Faden zu spinnen vermögen, in dessen Querschnitt sich nur 2 oder 3 Fasern zusammenlegen, so würde die Reissfestigkeit desselben gleich der Summe der Festigkeiten der Fasern mal den $\cos\alpha$ (Fig. 465) sein, da sämtliche Fasern in der Oberfläche des Fadens liegen und gleichmässig angespannt würden. Von dieser aus praktischen Gründen unerreichbar grössten Festigkeit der Querschnittseinheit ab mindert sich dieselbe mit zunehmender Fadendicke in erheblichem Grade.

Um nun bei bester Ausnutzung der Fasern einen Querschnitt zu schaffen, welcher gross genug ist, um erheblicheren Zugspannungen zu widerstehen, erscheint zweckmässig, eine entsprechende Zahl feiner Fäden nebeneinander zu legen und gemeinsam zu belasten. Das würde aber zu Verwirrungen der Fäden führen. Man hat deshalb vorgeschlagen, das Fadenbündel mit einem Faden zu umwickeln, oder mit einem Schlauch zu umgeben, um die einzelnen Fäden in geordneter Lage zusammenzuhalten. Allein, auch dieses Verfahren hat manches gegen sich: bei dem Zerreissen des umgewickelten Fadens an irgend einer Stelle würde der ursprüngliche Zustand eintreten, durch Zerreissen eines der zum Tragen

en Fäden an irgend einer Stelle derselbe völlig unwirksam Die vorliegende Aufgabe ist nun in befriedigender Weise gelöst s Zusammendrehen der einzelnen Fäden, durch das Zwirnen. n z. B. drei Fäden gleicher Art und Länge nebeneinander und m Bündel eine gemeinsame Windung, so legt sich jeder der die gleiche Schraubenlinie. Insbesondere wird die Verkürzung, as Winden herbeiführt, bei jedem Faden dieselbe, so dass eine ; des gewundenen Bündels, des Zwirnes, jeden der einzelnen a gleichem Grade angespannt, von jedem derselben gleichen nd findet.

in solchen Zwirn stellt Fig. 466 in Ansicht und im Querschnitt gen der Weichheit der Einzelfäden ändert sich die runde Quer-Gestalt der Fäden durch den gegenseitigen Druck derselben ein vie in der Querschnittsfigur angedeutet ist; dieser gegenseitige Verbindung mit der gebogenen Gestalt der igsfläche erzeugt aber auch eine so grosse dass die Einzelfäden ebenso zusammenhängen Fasern im Gespinst. Der Bruch eines der ermindert zwar die Festigkeit des betreffen-nquerschnittes um diejenige des Fadens; die st aber an einem entfernten Querschnitte voll Da nun selten einer der Fäden für sich reisst, vielmehr durch Zufälligkeiten nur eine ge seiner Fasern zerrissen werden, so gewährt ung eine durchaus befriedigende Ausgleichung lnen Schäden der Fäden.





Fig. 466.

dem Winden des Fadenbündels erfährt auch Fäden eine Drehung. Diese Thatsache er-an leicht aus folgendem: Es seien die beiden und *b*, Fig. 467, diesseits der Bildfläche bar befestigt, jenseits der Bildfläche aber Scheibe *A* verbunden, welche um einen, in te *m* angebrachten Bolzen drehbar ist. Dreht die Scheibe *A* in der Pfeilrichtung um 90°, t der Punkt *i* des Fadens *a* nach i_1. Dreht er, so gelangt *i* nach i_2, dann nach i_3 und h nach *i* zurück. Während einer Drehung be *A* erfuhr sonach der Faden *a* eine volle und zwar in derselben Richtung, in welcher t wurde. Ebenso ist es mit dem Faden *b* nd einem anderen in gleicher Weise behan-den.

beschriebene Vorgang deckt sich aber völlig mit demjenigen nmendrehens der Fäden oder dem Zwirnen.

n man somit die Zwirnung in derjenigen Drehung ausführt, r die Fäden gesponnen sind, so nimmt der Draht des Gespinstes oviel Drehungen zu, wie zur Zwirnung verwendet werden. Das

würde durch Vergrösserung des Winkels α (Fig. 465) die Festigkeit der einzelnen Fäden vermindern, weshalb regelmässig für die Zwirnung die Drehrichtung verwendet wird, welche derjenigen, in welcher gesponnen war, entgegengesetzt ist. So tritt eine Verminderung des Drahtes der einzelnen Fäden ein, welche bei ihrer Geringfügigkeit deshalb unschädlich ist, weil durch das Zusammenzwirnen die Fasern mit grösserer Kraft zusammengedrückt werden, als im einzelnen Faden.

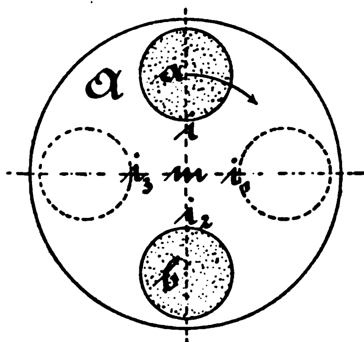


Fig. 467.

Man spinnt nun regelmässig so, dass die Lage der Windungen derjenigen der rechtsgängigen Schraube, Fig. 465, man zwirnt umgekehrt, so dass die Windungen des Zwirnes denjenigen der linksgängigen Schraube, Fig. 466, entspricht.

Mehr als 4 Fäden lassen sich auf dem bisher in Aussicht genommenen Wege nicht so zwirnen, dass alle Fäden gleiche Spannung erhalten; eine grössere Fadenzahl würde im Kreise zusammengestellt einen so grossen Hohlraum frei lassen, dass der eine oder andere der Fäden in denselben schlüpfen und dann lediglich zur Ausfüllung des Hohlraumes dienen würde. Man pflegt deshalb, wenn das Zwirnen einer grösseren Fadenzahl in Frage kommt, von vornherein einen der Fäden zur Ausfüllung des Hohlraumes zu bestimmen, und die übrigen um diesen, die Seele genannten, herumzulegen. Fig. 468 versinnlicht den Querschnitt eines solchen, Seil genannten Gebildes; *f* bezeichnet die tragenden Fäden, *s* die nur ausfüllende Seele, welche von minderwertigem Stoff gefertigt wird.

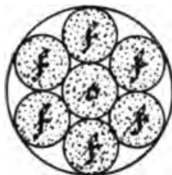


Fig. 468.

Grössere Querschnitte, als dieses Verfahren liefert, erzeugt man durch Zusammendrehen mehrerer durch Zwirnen erzeugte Gebilde, welche dann wohl Litzen genannt werden, zu einem Zwirne zweiter Ordnung, und dieser dient zuweilen zur Erzeugung eines Zwirnes dritter Ordnung u. s. w. Aus weiter oben näher angegebenen Gründen zeigt der Zwirn zweiter Ordnung wieder rechtsgängiges, derjenige dritter Ordnung linksgängiges Gewinde.

Das Zwirnen oder, wie es dann genannt zu werden pflegt, das Seil-Drehen wird nicht allein mit gesponnenen Fäden und den Kokonfäden der Seidenraupe vorgenommen, sondern auch mit Metalldrähten und in einzelnen Fällen auch mit Holzstäbchen.

Die Ausführung des eigentlichen Zwirnens, d. h. die Erzeugung verhältnismässig dünner Gebilde, fällt im wesentlichen mit dem Spinnen zusammen; ihm dienen dieselben Verfahren des Drehens und vielfach dieselben Maschinen.

Die Erzeugung gedrehter Schnüre, der Seile und Taue findet

enfalls durch Benutzung derselben Windeverfahren statt; die zuge-rigen Maschinen und sonstigen Einrichtungen sind jedoch der **Seilerei** gentümlich [1]).

c. **Das Knüpfen** dient unmittelbar zur Längenverbindung zweier lenförmiger Gebilde; in einigen Fällen bezweckt es die Verschiebung es Faden an einem andern zu verhüten. Mittelbar lassen sich durch s Knüpfen verschiedene Reibungsverbindungen hervorbringen.

Die Knüpfverbindung heisst **Knoten**. Um das Wesen des Knotens schaulich zu machen, sind in den Fig. 469, 470, 471 und 472 einige ufig vorkommende Arten dargestellt. Fig. 469 versinnlicht einen **nfachen Knoten**, welcher wohl angewendet wird, um das Verschieben



Fig. 469.


Fig. 470.

s Fadens längs des Fadens *a* zu verhüten; derselbe kommt auch bei n **Knüpfteppichen (Smyrna-Teppichen)** vor. Der durch Fig. 470 gebildete Knoten ist der dauerhafte der Fischnetze [2]), der andere ig. 471), welcher mit dem vorigen nahe verwandt ist, wird wohl **oppelknoten** genannt; er bildet ebenfalls eine sehr feste Verbindung d Fig. 472 stellt den **Weberknoten** dar.


Fig. 471.


Fig. 472.

Die Knoten Fig. 470, 471 und 472 sind im lockeren Zustande zeichnet. Durch Anziehen der Fäden in der Richtung der Pfeile legen

---

[1]) Vergl. über Seilerei, insbesondere die zugehörigen Maschinen:
Jahrb. d. Wiener polyt. Inst. 1827, Bd. 10, S. 174.
Prechtl, Technolog. Encyklop. 1846, Bd. 14, S. 472 m. Abb.
Zeitschr. d. Gewerbfleissvereins 1841, Juli/Aug.
Drahtseile: Deutsche Gewerbez. 1845, S. 596 m. Abb.; Polyt. Centralbl. 56, S. 641; D. p. J. 1869, **193**, 274; D. p. J. 1884, **253**, 112 m. Abb.
Strohseile: Prakt. Masch. Constr. 1879, S. 345 m. Abb.
D. p. J. 1882, **243**, 119 m. Abb.
Versch. D. p. J. 1871, **202**, 14 m. Abb.; 1879, **229**, 5 m. Abb.; 11 m. b.; 1882, **244**, 123 m. Abb.; **245**, 229; 1884, **254**, 59 m. Abb.; 1885, **255**, 4 m. Abb.; **257**, 55 m. Abb.

[2]) **Karmarsch & Heeren**, techn. Wörterbuch, Bd. 6, S. 321 m. Abb.

sich dieselben scharf gebogen eng aneinander und erzeugen zwischen sich die entsprechend grosse Reibung.

Die Dicke solcher Knotenverbindungen ist natürlich erheblich grösser als diejenige des Einzelfadens, weshalb für gewisse Zwecke die Enden der Fäden, Litzen oder Seile aufgelöst und nach Art des Spinnens vereinigt werden, was man Spliessen nennt. Durch einfaches Zusammendrehen vereinigt man zuweilen Metalldrähte[1]).

d. Das Klöppeln, Flechten und Weben. Durch die Fig. 460, 461, 462 und 463 (S. 466) wurden aus mehr oder weniger steifen Stäbchen gebildete Geflechte dargestellt. Fertigt man dieselben aus biegsamen Fäden, so gewinnt man die entsprechende Festigkeit der Verbindung durch innigeres Aneinanderfügen der Fäden, vermöge wessen

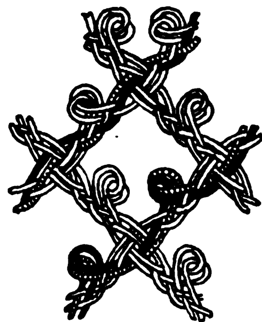


Fig. 473.

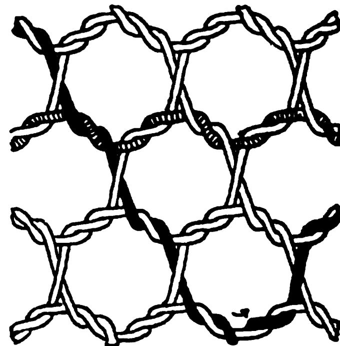


Fig. 474.

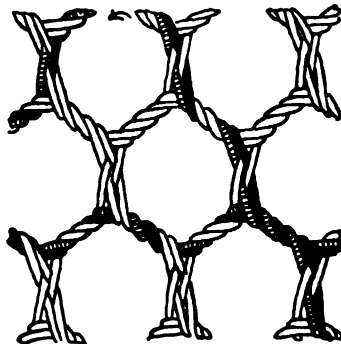


Fig. 475.

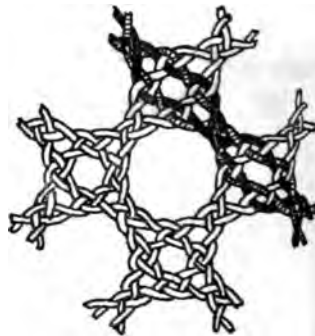


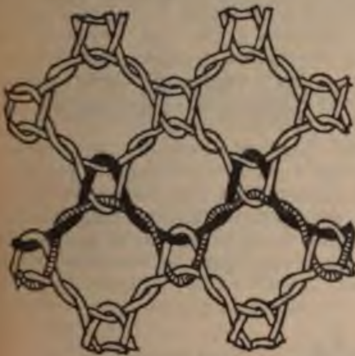
Fig. 476.

die letzteren sich in grösserem Bogen umspannen. Andere Gebilde zeigen noch weiter gehende, demselben Zweck dienende Verschlingungen. Die Fig. 473 (Guipuregrund), 474 (geflochtener Tüllgrund), 475 (Valenciennergrund), 476 (Brabantergrund), 477 (Kettelgrund)[2])

[1]) Vergl. Garbenbinden von Wood, D. p. J. 1878, 230, 202 m. Abb.
[2]) Vergl. Hugo Fischer, Technol. Studien, Leipzig 1878.

und endlich Fig. 478 (Gaze) versinnlichen noch einige der vielen Arten der hierher gehörenden Verbindungen. Während jene in erster Linie dem Zierrat dienen, hat letztere allgemein den Zweck, einen bestimmten grösseren Abstand der sich kreuzenden Fäden zu sichern. Die angewendeten Mittel sind einander sehr ähnlich; die Gaze gewinnt die erforderliche enge Umschliessung zwischen den Kettenfäden *a* und *b*, Fig. 478 und den Schussfäden *c* zu gunsten der Herstellungsweise dadurch, dass die Kettenfäden zwischen je zwei Schussfäden sich umschlingen [1]).

Bei genauerer Betrachtung der durch die Fig. 460 bis 463 und 473 bis 478 dargestellten Gebilde, wird man sofort auf den Herstellungsweg geleitet. Die einzelnen Fäden wechseln in bestimmter Reihenfolge ihre gegenseitige Lage, sie sind daher zuweilen hinter, zuweilen vor die-


Fig. 477.

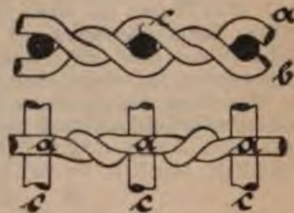


Fig. 478.

jenigen zu legen, welche von ihnen gekreuzt werden sollen. Das kann durch die Hand geschehen, indem dieselbe die freien Enden der Fäden führt. Um jedoch die Fäden lang nehmen zu können, wickelt man dieselben auf Spulen, so das Verwirren der freien Enden verhütend, und bewegt mittels dieser Spulen die Fäden in zutreffender Weise gegeneinander. Das Werkstück ist mit einer Vorzeichnung auf einem Kissen befestigt, die augenblicklich ruhenden Spulen hängen vor demselben und stossen gelegentlich aneinander. Dem entstehenden Geräusch verdankt das Verfahren (das Klöppeln) seinen Namen; die Spulen nennt man insbesondere Klöppel.

Wenn die gegenseitige Bewegung der Fäden nach einem einfachen Gesetz verlangt wird, so kann sie durch Maschinen stattfinden, die man teilweise Klöppelmaschinen, teilweise Bobinettmaschinen (Spulchenmaschinen) nennt, über welche unter Ordnen Näheres angegeben werden wird.

---

[1]) Durch Versehen des Zeichners ist die Verschlingung der Fäden *a* und *b* in Fig. 478, oben, rechts nicht ganz richtig dargestellt. Dieser Figurenteil lässt sich aber durch den unter ihm befindlichen ohne weiteres berichtigen.

Ein drittes Verfahren besteht in dem **Weben**, welches sich durch seine grosse Leistungsfähigkeit auszeichnet, aber — mit wenigen Ausnahmen — rechtwinkelige Kreuzung der Fäden und gleichlaufende Lage jeder Fadengruppe bedingt.

Die **Kettenfäden**, welche die eine Gruppe bilden, sind in solcher Länge und solcher Zahl nebeneinander auf den **Kettenbaum** *K*, Fig. 479, gewickelt, wie die Länge bezw. Breite des zu webenden **Stückes** bedingt. *K* liegt dem bereits fertig gestellten Gewebeteil *g*, der an dem **Zeugbaum** befestigt ist, gegenüber, und zwischen beiden sind die Kettenfäden ausgespannt. Bewegt man nun mittels besonderer Vorrichtungen *h* diejenigen Kettenfäden k_o, welche in dem Gewebeteil, welches sich dem bereits erzeugten unmittelbar anschliesst, oben liegen soll, empor, senkt dagegen diejenigen Kettenfäden k_u, welche in der unteren Gewebfläche zu liegen haben, bringt alsdann den **Schussfaden** *s* in den Hohlraum, welcher zwischen den Kettenfäden entstanden ist, und lässt die Kettenfäden in ihre Ruhelage zurückfallen, so ist damit die vorgeschriebene Kreuzung vollzogen. Der Schussfaden *s* würde aber, wenn man ihn nicht an die richtige Stelle schöbe, eine willkürliche, unregelmässige Lage annehmen; deshalb sind dünne, kammartig vereinigte Stäbchen *r* (**Riete**) zwischen die Kettenfäden gelegt, welche, wenn sie gegen *g* verschoben werden, dem Schussfaden *s* die ihm gebührende Lage anweisen. Das kammartige Gerät *r*, das **Rietblatt**, wird mittels der **Lade** bewegt; der Schussfaden *s* aber mittels des **Schützen** (s. w. u.) in das Fach gebracht.

Das Weben der Gaze, Fig. 478, erfordert folgende Bewegung der Kettenfäden: Behufs Einlegens des ersten Schussfadens *c* wird das Fach in gewöhnlicher Weise gebildet. Nachdem hierauf die Kettenfäden ihre Ruhelage angenommen haben, werden diejenigen derselben, welche zu der Gruppe k_u gehörten, je über ihren Nachbarfaden hinweggehoben und dann wieder nach unten gezogen, während letztere zu neuer Fachbildung nach oben gehoben werden. Nach

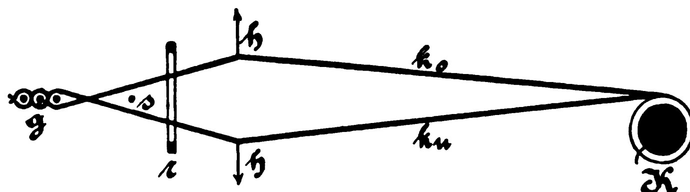


Fig. 479.

dem Einlegen des zweiten Kettenfadens ist nur die durch die Vorrichtungen *h* herbeigeführte Anspannung aufzuheben, um die ursprüngliche Lage der Kettenfäden zurück zu gewinnen.

Es lassen sich selbstverständlich statt der Schussfäden Stäbchen oder Drähte in das Fach legen, auch können Drähte an die Stelle der Kettenfäden treten.

Zwei übereinander gelegte Ketten können zur Anfertigung sogenannter **Doppelgewebe** und auch der **Hohlgewebe** dienen. Indem man zeitweise mehrere Fäden der oberen Kette in die untere, der unteren Kette aber in die obere zieht und dort verwebt, zeitweise aber jede der Ketten für sich behandelt, erzeugt man zwei Gewebe, welche durch die überspringenden Kettenfäden vereinigt sind. An den Vereinigungsstellen ist das Doppelgewebe härter als an denjenigen Stellen, an welchen nur ein Aufeinanderliegen stattfindet, wodurch ein eigenartiges Aussehen und Verhalten des Gebildes entsteht. Verwendet man aber zu beiden Ketten, die für sich verwebt werden, denselben Schussfaden, und zwar so, dass derselbe z. B. zuerst in die obere, dann in die untere, hierauf in die obere Kette gelegt wird, so verbindet der Schussfaden beide Gewebe an ihren Rändern, es entsteht ein **Schlauch-** oder **Hohlgewebe**.

Dünnere Ketten- wie Schussfäden werden, wenn sie von dickeren gekreuzt werden, stärker durchgebogen, als dickere. Verwendet man nun in bestimmter

· n. so wird das Gewebe in Aussehen und Ver-

rtigen Anspannens der Kettenfäden und durch . Grade elastischer Kettenfäden ist die Natur des

r mehrere Schussfäden überspringt oder unter den- n verbunden zu sein, heisst flottliegend; ebenso bzw. unter mehreren aneinander grenzenden Ketten- l u. 462).
r Fäden wird zur Verzierung der Gewebe in mannig-

die flottliegenden (Schuss-) Fäden quer durchschnitten, r und sorgfältig geschoren, so dass eine weiche Haardecke, . entsteht.
ettenfäden, der Polkette genannt wird (im Gegensatz zur die zur Erzeugung des Grundgewebes dient), kann auch, tweise allein gehoben wird, zwischen zwei Bindungen mit in Stäbchen, eine Nadel *n*, Fig. 480, gelegt werden. Zieht



Fig. 480.



Fig. 481.

die Nadeln heraus, so bilden die über das Gewebe hervorragenden ine eigenartige Decke, welche man gerissenen oder gezogenen t; zerschneidet man aber die Schleifen über den Nadeln (Fig. 481), so schnittener Samt, bei seidenen Polfäden echter Samt, wenn die klein, Velpel, wenn die Schleifen gross sind, bei wollenen Polfäden

Das Stricken und Wirken liefert ein Fadengeschlinge, welches rch eine gewisse Nachgiebigkeit auszeichnet und wegen dieser für Zwecke sehr beliebt ist. Fig. 482 versinnlicht die Verbindungs- Ian sieht aus derselben, dass ein und derselbe Faden sowohl in ngen- als auch in der Querrichtung des Gebildes liegt, und dass gen, längs welcher der Reibungswider- auftritt, klein sind. Letzterer kann nismässig leicht überwunden werden, ls viel früher, als die Festigkeit der Folge der eintretenden Verschie- ist, dass ein Teil der Fadenlänge, bisher zur Länge des Gebildes diente rgrösserung der Breite, oder ein Teil der Breite liegenden zur Vermehrung nge dient.

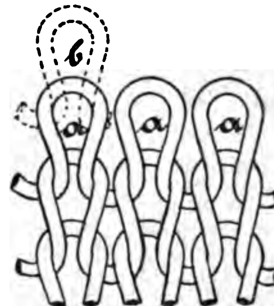


Fig. 482.

ie Erzeugung gestrickter Flächen findet Nadeln statt und heisst Stricken. t durch die Maschen *a*, Fig. 482, del gesteckt, zunächst um sie zu halten. schiebt man durch die erste Masche die Spitze einer zweiten erfasst mit derselben den hinter die Masche gelegten Faden

zieht ihn durch sie nach vorn hindurch, so dass er eine neue Masche *b* bildet, die auf der zweiten Nadel Platz nimmt. In derselben Weise wird mit der zweiten Nadel, während die erstere entsprechend zurückgezogen wird, durch die zweite Masche *a* eine neue Masche *b* gezogen u. s. f., bis in der ganzen Maschenreihe *a* neue Maschen *b* stecken, welche erstere sichern. Zieht man durch zwei übereinander gelegte Maschen *a* eine neue Masche *b*, so verringert man die Maschenzahl, man nimmt ab, zieht man aber durch eine Masche *a* nacheinander zwei neue Maschen *b*, so nimmt man zu, d. h. vermehrt die Zahl der Maschen in der neuen Reihe. Das bietet Gelegenheit zur Änderung der Breite, oder wenn die Maschenreihe einen geschlossenen Ring bildet, zur Änderung der Weite des Gebildes. Das Ab- und Zunehmen dient aber auch zur Verzierung des Werkstückes.

Das dem Gestrickten gleiche Gefüge des Gewirkten wird erzeugt, indem man die Maschen *a*, Fig. 482, auf ebensoviel senkrecht zur Werkstücksfläche gerichtete Nadeln hängt, vor die Maschen *a* auf dieselben Nadeln den Faden in Wellenform legt und nunmehr die Maschen über die nach oben gerichteten Bogen des Fadens schiebt, welche dann als neue Maschenreihe erscheint. Die Maschenbildung ist daher gleich derjenigen, welche beim Stricken stattfindet, nur die angewendeten Mittel sind andere, und zwar für Maschinenarbeit geeignete[1]).



Fig. 483.

f. Das Häkeln dient in erster Linie zur Erzeugung bandförmiger Streifen. Steckt man durch die Endmasche *a*, Fig. 483, eine mit kurzem Haken versehene Nadel und zieht mit Hilfe derselben den hinter der Schleife befindlichen Faden *b* schleifenförmig durch *a*, so erhält man eine neue Schleife. An eine Maschenreihe, wie Fig. 483 sie darstellt, lässt sich eine zweite fügen, indem man die neue Schleife nicht allein durch die vorher gebildete, sondern auch durch eine geeignete des ersten Streifens zieht, u. s. w. Das Häkeln hat eine geringere Bedeutung als die vorher besprochenen Verbindungsverfahren, weil es — mit seltenen Ausnahmen[2]) — nur für Handarbeit sich eignet.

g. Das Nähen und Sticken. Bogenförmige Fadenlagen werden in Geweben, Leder u. dergl. besonders eingefügt,

[1]) Wirkstühle:
Prechtl, Technol. Encykl. 1852, Bd. 18, S. 162 m. Abb.
D. p. J. 1871, **199**, 172; **200**, 93, 97 m. Abb.; 1873, **208**, 13, 108; 1877, **223**, 62 m. Abb.; 169 m. Abb.; 1878, **227**, 440 m. Abb.; **230**, 402 m. Abb.; 1879, **231**, 323 m. Abb.; **232**, 120 m. Abb., 510; **233**, 197; **234**, 452; 1880, **235**, 106 m. Abb.; **236**, 114; **237**, 216; **238**, 300; 1881, **239**, 31; **240**, 185 m. Abb.; **242**, 195 m. Abb.; 1882, **243**, 296 m. Abb.; **244**, 125 m. Abb.; **245**, 152 m. Abb.; **246**, 216 m. Abb.; 1883, **247**, 361 m. Abb.; **249**, 111 m. Abb.; 1884, **251**, 257 m. Abb.; 306 m. Abb.; **253**, 144 m. Abb.; 1885, **255**, 98 m. Abb.; **256**, 338 m. Abb.; **258**, 10 m. Abb.; 1886, **260**, 204 m. Abb.

[2]) D. p. J. 1878, **229**, 7 m. Abb.

teils um die flott liegenden, die betreffende Fläche verzierenden Fadenteile festzuhalten, teils um mehrere flache Gebilde miteinander zu verbinden. Im letzteren Falle heisst die gleiche Arbeit Nähen, in ersterem Falle Sticken.

Um den Faden durch das zu Bearbeitende hindurchstecken zu können, muss an der betreffenden Stelle ein Loch gemacht werden. Das geschieht mittels besonderen Werkzeugs, der Ahle, welche spitz zugeschliffen ist und mit Hilfe der Hand durch den Stoff geschoben wird, oder mittels der spitzen Nadel, welche gleichzeitig den Faden in das von ihr gebildete Loch führt. Im ersteren Falle muss der Faden, Riemen oder dergl., mit dem das Nähen stattfinden soll, besonders in das vorgestochene

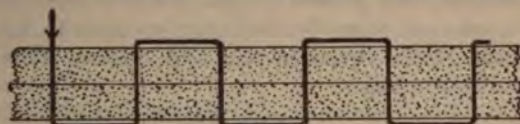


Fig. 484.

Loch gesteckt werden und zu diesem Zweck zugespitzt sein, was zuweilen durch Einspinnen einer Schweinsborste (bei dem Draht der Schuhmacher), zuweilen auf anderem Wege erreicht wird.

Die gebräuchlichen Nähte sind: die einfache Reihenaht, Fig. 484, welche erzeugt wird, indem der Faden abwechselnd von einer und der anderen Seite aus durch das zu Nähende gesteckt wird, unter Wahrung



Fig. 485.

einer gleichmässigen Entfernung der Löcher. Der Faden nimmt bei gehörigem Anziehen desselben eine eckig schlangenförmige Lage im Stoff an, und liegt teils frei auf der einen, teils auf der anderen Seite des Stoffes. Zur Vermeidung der Abnutzung werden nicht selten die Stiche

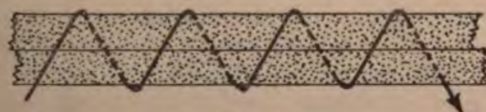


Fig. 486.

schräg gelegt (Fig. 485), so dass der Faden, Riemen oder Draht nach kräftigem Anziehen nicht mehr über die Fläche des Genähten hervorragt.

Sollen die auf der Fläche liegenden Fäden Zierzwecken dienen (beim Sticken), so liegen sie nicht selten auf ziemliche Länge flott.

Als einfache Naht bezeichnet man auch die überwendliche,

Fig. 486, 487 und 488, die zur Verbindung der Ränder zweier Gewebe oder dergl. dient. Der Faden wird stets von derselben Seite eingeschoben und über die Ränder gelegt. Die Ränder der zusammengenähten Stoffe können entweder platt aufeinander liegen, Fig. 487, oder nach Fig. 488 stumpf zusammenstossen.

Die Hinterstichnaht, Fig. 489, ist eine Erweiterung der einfachen Reihenaht; nachdem der Faden mit zwei Stichen durch das zu Nähende gesteckt ist, wird er zwischen diese eingeschoben, wodurch die Zahl seiner Biegungen vermehrt, die Festigkeit der Verbindung vergrössert wird.

Die Steppstichnaht, Fig. 490, ist eine besondere Art der Hinterstichnaht: es befinden sich je zwei Fäden in demselben Loch. Die auf der einen, der rechten, Seite des Gebildes liegenden Fäden bilden eine hübsch aussehende Reihe, während auf der linken Seite die Fäden paarweise nebeneinander liegen.

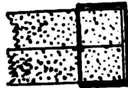
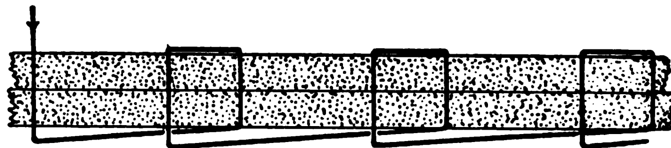
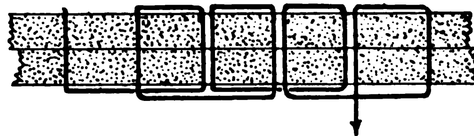
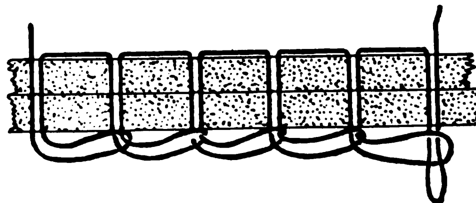

Fig. 87.


Fig. 488.

Sämtliche bisher angeführte Nähte werden mittels Handarbeit erzielt, können aber auch mit der Maschine erzeugt werden. In letzterem Falle befestigt man den Faden mit einem seiner Enden in der Mitte einer zweispitzigen Nadel, so dass das Durchstecken des Fadens ohne Wendung der Nadel möglich ist. Man schiebt die Nadel durch den Stoff, erfasst die auf der


Fig. 489.


Fig. 490.


Fig. 491.

vortretende Nadel und zieht sie mit dem Faden hin-
ge, welche das Durchziehen besorgte, schiebt die Nadel
Stelle wieder in den Stoff, und lässt sie dann frei,
nüber[1]) liegende Zange Nadel und Faden nach ihrer Seite
ht zu

esamte übersehen, dass bei Herstellung der vorliegenden
Das freie Teil des Fadens durch jedes Loch gezogen
hat nicht allein Zeitvergeudung, sondern auch Be-
Fadens zur Folge.

chinennähen im engeren Sinne des Wortes benutzt
gungen, welche sowohl den einen wie den anderen der
ngel vermeiden. Sie werden mit einer einspitzigen
, welche in der Nähe der Spitze mit einer den Faden
chbohrung, dem Öhr, versehen ist und stets von derselben
Stoff dringt.

off versinnlicht den Kettenstich. Die Nadel durchdringt
von oben nach unten, den Faden doppelt als Masche
hindurch führend. Bei dem Rückgange der Nadel behält
wegen der Reibung im Loch zunächst die ihm gegebene
aken greift in die Schleife und bewegt sie unter die Stelle,
die Nadel demnächst hervorbricht, so dass letztere durch die
rt und sie verriegelt. Bei Bildung einer neuen Schleife,
Riegel für die vorhergehende dient, wird der Faden stark
espannt, um letztere zum dichten Anliegen zu veranlassen.

er dem angegebenen Wege dient der folgende zur Erzeugung
Kettenstiches: unter dem zu nähenden Stoff befindet sich
nadel, welche ihre Spitze senkrecht nach oben richtet. Sie
den Stoff, ergreift bei ihrem Rückgange mittels ihres Hakens
Stoff bereit gelegten Faden und zieht ihn als Schleife nach
Nunmehr erfolgt die gegensätzliche Verschiebung zwischen Stoff
Nadel um die Stichweite. Die Nadel, welche noch von der
er gebildeten Schleife umschlungen ist, steigt wieder nach
, holt eine neue Schleife nach unten und zieht sie durch die
ge.

Es ist nun leicht zu übersehen, dass die Kettenstichnaht von der letzt gebildeten Schleife aus durch Ausziehen des Fadens zerstört erden kann; sie taugt deshalb nur für bestimmte Zwecke.

Wenig sicherer ist die dem doppelten Kettenstich, Fig. 492, ntspringende Naht. Der doppelte Kettenstich wird mit zwei Fäden, lem Ober- und dem Unterfaden, ausgeführt. Eine Nadel, in deren Öse der Oberfaden steckt, durchsticht den Stoff von oben nach unten nd bildet bei Beginn ihrer Rückkehr eine Schleife, in welche der Unterfaden schleifenförmig als Riegel geschoben wird. Die den Oberfaden so esthaltende Schleife des Unterfadens wird aber so lang gezogen, dass

---

[1]) Heilmann's Stickmaschine: Prechtl, Techn. Encykl. 1869, Ergänzungsnd 5, S. 170 m. Abb.

die neue, von der Nadel gebildete Schleife des Oberfadens sich durch sie schiebt und sie verriegelt.

Endlich stellt Fig. 493 die Naht des Doppel-Steppstichs dar. Auch dieser erfordert einen Ober- und einen Unterfaden. Der erstere durchdringt, von der Nadel geführt, den Stoff in Schleifenform, durch

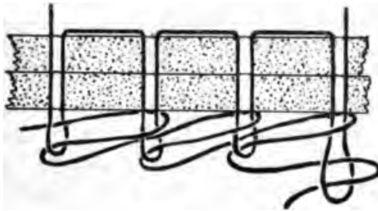


Fig. 492.

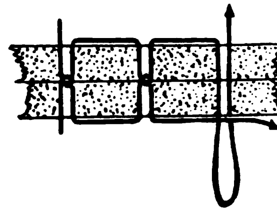


Fig. 493.

die Schleife wird der auf eine geeignet gestaltete Spule gewickelte Unterfaden geschoben und hierauf der Oberfaden seitens der Nadel so weit zurückgezogen, dass die Verschlingung beider Fäden etwa in die Mitte des Stoffes zu liegen kommt. Wegen der scharfen, halbkreisförmigen Biegung der Fäden an der Berührungsstelle und des Druckes, welchen die Wandung des Loches auf sie ausüben, ist die Verbindung eine sicherere als die irgend eines anderen hier erörterten Stichs [1].)

---

[1]) Vergl. Dr. R. Herzberg, die Nähmaschine, Berlin 1863.
H. Richard, die Nähmaschine, Hannover 1876.
Z. d. V. d. I. 1884, S. 987 m. Abb.; 1886, S. 242 m. Abb., S. 602 m. Abb.

…tt.

…n und das Mischen.

…iner Körperart aus einem Geme…
…Stoffen eine Nebenaufgabe des mech…
…ldet das Sondern oder Sichten de…
…re Bearbeitungsweisen zu Hilfe kommen.
…und die anderen Umgestaltungs- bezw.
…gänge so ineinander, dass unmöglich
…bersicht des Sonderns oder Sichtens zu
…Vorgänge nicht möglichst in den Hinter-
…benutzt die Verschiedenheiten der Körper-
…alischen Eigenschaften der Sammelkörper,
…ten gegenüber mechanischen Vorgängen.
…Gebiet des mechanischen Sonderns in das-

…t.,
…, bezw. des Gewichtes,
…tsgewichtes,
…tischen Verhaltens,
…eit,
…ng der verschiedenen das Gemenge bilden-

…sich mehrere Eigenschaftsunterschiede.
…e Verschiedenheit der genannten Eigen-
…ngteile gegenüber den anzuwendenden
…werden, ist man beim Mischen be-
…lichst zu verdunkeln, sie nicht zur

…rschiedener Gestalt der Ge-
…e.

…rten Flächen besser als ande…
…r Weise, indem man…
…ng so einge…

nur die kugeligen Gemengteile herabrollen, die übrigen aber liegen bleiben. Soll die Reinheit der kugeligen Gestalt noch mehr zur Geltung kommen, so beachtet man die Wurfbahn der einzelnen, von der geneigten Fläche abrollenden Stücke: die besten Kugeln machen den grössten, die unvollkommensten den kleinsten Bogen. Durch Anordnung am unteren Rande der Fläche angebrachter, hintereinander gereihter Auffangtrichter ist leicht, die Sonderung der kugeligen Gestalt nach ihrer Güte herbeizuführen. Dieses Verfahren ist aber, weil die Beseitigung der nicht rollenden Gemengteile Betriebsunterbrechungen nötig macht, nur für den Kleinbetrieb, oder dann zu empfehlen, wenn verhältnismässig wenig Gemengteile zurückbleiben.

Ein endloses, über zwei gleichgeneigte Walzen gespanntes Tuch vertritt in seinem oberen Teile die oben erwähnte Fläche. Bewegt man dasselbe durch Drehung der Walzen, und lässt man das zu bearbeitende Gemenge nahe dem oberen Rande dahin fallen, wo das Tuch soeben emporgestiegen ist, so bewegen sich die überhaupt nicht rollenden Körper in gerader Linie mit dem Tuche fort, um da, wo dieses niedersteigt, abzufallen. Die rollenden Gemengteile dagegen nähern sich um so rascher dem tiefliegenden Rande, je vollständiger ihre Kugelgestalt ist; sie verfolgen eine je nach ihrer Eigenart mehr oder weniger krumme Linie, so dass der Ort, an welchem sie den niedrig belegenen Rand der Tuchfläche verlassen, ein Massstab für die Vollkommenheit ihrer Gestalt ist.

Nach Kick[1]) wird seit 1860 in der Ebenfurther Dampfmühle eine derartige Sonderungsmaschine zum Ausscheiden der Wicken aus dem Weizen benutzt. Die Neigung der Walzen beträgt etwa 15°, die sekundl. Geschwindigkeit des Tuches etwa 32 *cm*.

Die Beseitigung der schlecht rollenden Gemengteile kann auch dadurch geschehen, dass man die Neigung der Fläche stark genug macht, um sämtliche Gemengteile, wenn nicht zum Rollen, so doch zum Gleiten zu veranlassen. Die Sonderung erfolgt sodann entweder, indem man in weiter oben angegebener Weise die Verschiedenheit der Wurfbahn benutzt, oder — roher — die nach unten sich bewegenden Gemengteile so gegen eine zweite schiefe Fläche prallen lässt, dass die gut rollenden Körper, vermöge ihrer lebendigen Kraft, über letztere geschleudert werden, während die langsamer herankommenden nach dem Aufstossen nach unten gleiten[2]). In den Quellen[3]) finden sich andere Beispiele für das Sondern durch Rollenlassen auf schiefer Fläche angeführt.

Hierher dürften auch diejenigen Arbeiten zu rechnen sein, welche zum Abscheiden der kugeligen Rade aus dem Weizen (Trieur Vachon), langgestreckter, dünner Unkrautsamen aus dem Getreide im allgemeinen, der rundlichen Baumwollsamen von den Samenhaaren (Entsamungsmaschinen, Egreniermaschinen), zum Beseitigen der Kletten aus der Tierwolle (Klettenwölfe) dienen.

---

[1]) Kick, die Mehlfabrikation, 2. Aufl., Leipzig 1878, S. 56 m. Abb.
[2]) Kick, die Mehlfabrik., S. 57 m. Abb.
[3]) Gilbert's Annalen, 1801, Bd. 8, S. 250.
Prakt. Masch. Constr. 1883, S. 309, S. 310 m. Abb.

... des von Vachon bereits vor 1845 hergestellten Radenaus-... ist durch Fig. 494 u. 495 versinnlicht. Die Trommel *a* ent-... nenfläche zahlreiche Vertiefungen, welche je ein Radenkorn ... Weizenkorn aber nur zur Hälfte aufzunehmen vermögen. ... ihrer Achse geneigt gelagerte Trommel sich dreht, legen sich ... die Vertiefungen und werden durch diese mit emporgehoben, ... nächst bis zum Rande eines Lederstreifens, welcher an der Schale *b* ... Die Raden werden nun durch den Lederstreifen nicht berührt

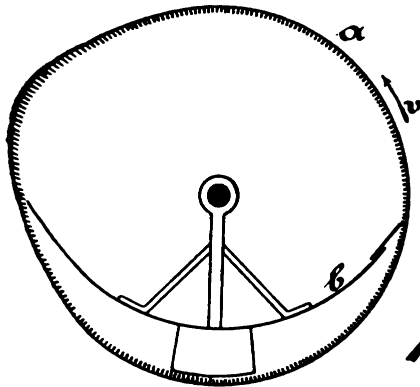


Fig. 494.

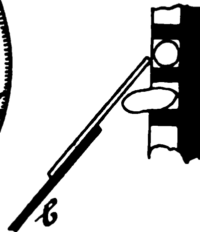


Fig. 495.

oder weiter in die Vertiefungen gedrängt, wogegen die Weizenkörner herausgekippt werden und wieder nach unten fallen. Nachdem die Raden in einige Höhe über die Schale gelangt sind, fallen sie aus den sie bisher bergenden Vertiefungen in *b* nieder und werden durch diese Schale besonders abgeführt.

Die Umfangsgeschwindigkeit der Trommel beträgt etwa 0,3 *m* sekundlich, das Verhältnis der Länge zum Durchmesser etwa 4, und die stündliche Leistungsfähigkeit L der Maschine in *h l*, wenn der Trommeldurchm. d und deren Länge l in *m* verstanden wird, etwa: $L = 5 \,.\, l \,.\, d$[1]).

Die Baumwoll-Entsamungsmaschinen benutzen den Umstand, dass die Samen fast kugelförmig, die Baumwollfasern aber viel dünner und länger sind. Bringt man das Gemenge vor ein Paar Walzen, deren Durchmesser so klein gewählt ist, dass sie die Samen zurückstossen (S. 319), so werden nur die Fasern zwischen den Walzen hindurchgeführt (Walzenentsamungsmaschinen)[2]). Durch einen Rost, dessen Spalte so eng sind, dass die Samen nicht hindurch zu schlüpfen vermögen, vermag man mittels spitzer Zähne die Fasern unter Zurücklassung der Samen hervor zu ziehen (Sägenentsamungsmaschinen)[3]).

Mac Carthy[4]) verwendet zum Abziehen der Fasern statt der, diese wie die Samen, leicht verletzenden Sägenspitzen eine mit Leder überzogene Walze, und hat ausserdem eine schwingende Leiste eingeschaltet, welche die abgeschiedenen Samen regelmässig austrägt.

---

[1]) Vergl. über Radenauslesen: D. p. J. 1878, **229**, 40 m. Abb.
Prakt. Masch. Constr. 1883, S. 343 m. Abb.

[2]) G. H. v. Langsdorf, Bemerkungen auf einer Reise um die Welt in den Jahren 1803 bis 1807, Bd. I, 4. Frankfurt 1812, drittes Kupfer.

[3]) Polyt. Centralbl. 1863, S. 1560; 1865, S. 598 m. Abb.

[4]) D. p. J. 1872, **205**, 394 m. Abb.; 1878, **209**, 10.

Der Klettenwolf[1]) spiesst die in dem ihm dargebotenen Wollbart befindlichen Kletten (stachliche Unkraut-Samenkapseln) mittels spitzer Nadeln an einer kreisenden Trommel angebrachter Kämme auf. Eine hinter der Aufnahmestelle angebrachte Flügelwalze oder Schlagwalze schlägt die erheblich hervorragenden harten Kletten ab, während die gleichzeitig mitgenommenen Haare dem Schläger ausweichen und an einer besonderen Stelle abgenommen werden.

2. Sondern nach der Grösse.

a. Die Länge der Gemengteile ist verschieden, während die Dicke derselben unbeachtet bleibt.

Bei dem Vachon'schen Ausleser (s. w. o.) werden, wie aus der gegebenen kurzen Erläuterung hervorgeht, die Körper auf eine gewisse Länge unterstützt, und zwar so, dass die Unterstützung stets von einem der Enden ausgeht, so dass der Überschuss der Körperlänge über die Stützlänge an einer Seite der Stützung überragt. Der Körper kippt sonach, wenn die Stützlänge die Hälfte der Körperlänge unterschreitet.

Dieselbe Erscheinung wird bei dem Sichter für Zündholzstäbchen, Nadeln und andere Sammelkörper benutzt, deren Dicke keine wesentlichen Unterschiede zeigen.

Ein geneigt liegender ebener Rahmen, welcher in der Richtung seiner Neigung geschüttelt wird, ist mit Querstäben a, Fig. 496, versehen. Zwischen

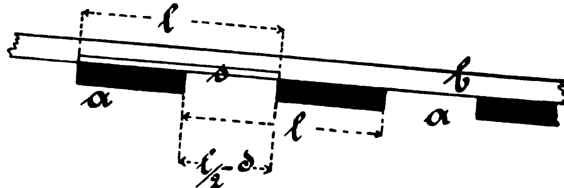


Fig. 496.

zwei benachbarten Stäben a bleibt ein Raum frei, welcher die halbe Länge l eines Stäbchens s um den kleinen Wert δ unterschreitet. Gleitet nun s auf der schiefen Ebene der Stäbe a nach unten, so ist derselbe stets auf mehr als die Hälfte seiner Länge unterstützt; er überschreitet die Spalte zwischen den Stäben a. Ein Stäbchen s_1, von der Länge $l_1 < 2\left(\frac{l}{2} - \delta\right)$ muss dagegen durch einen der Spalte zwischen den Stäben a hindurch fallen, da, bevor sein vorderes Ende Stützung auf dem folgenden Stabe findet, derselbe um $\frac{l}{2} - \delta$, also um mehr als seine halbe Länge frei überragt.

Auf einem und demselben Siebe dieser Art lässt sich das Stäbchengemenge in verschiedene Längengruppen sondern, wenn der Abstand der Stäbe a im oberen Teile des Siebes kleiner und in jedem weiter nach unten belegenen Felde grösser gemacht wird.

---

[1]) Polyt. Centralbl. 1844, S. 395 m. Abb. D. p. J. 1863, 167, 16 m. Abb. Z. d. V. d. I. 1874, S. 210 m. Abb.

Aus Gemengen, in denen viele lange Fasern sich befinden, entfernt an die kurzen Körper durch **Ausschütteln** (Entfernung der Schäbe s Flachs und Werg, kurzer Fasern und staubförmiger Verunreinigungen s Baumwolle und Wolle u. s. w.). Hierbei werden die langen Fasern ittels der Hand oder einer durchbrochenen Fläche gestützt und das emenge lebhaft erschüttert.

Das **Schwingen** des Hanfes und Flachses deckt sich teilweise mit m Ausschütteln, teilweise mit der Wirksamkeit des **Hechelns** und **ämmens**. Indem die an einem Ende festgehaltene **Flachsriste** ittels des **Schwingmessers** geschlagen wird, erleidet sie lebhafte Erhütterungen, welche das Herausfallen der Schäbe und kurzen Fasern rdern. Die Kante des Schwingmessers zerrt aber auch die kurzen, nicht stgehaltenen Fasern, welche sie unmittelbar trifft, aus dem Bündel, ınlich dem zur Absonderung kurzer Fasern oder kurzer Haare dienenn **Kamme**.

Das **Kämmen** verdient eingehendere Erörterung.

Unter Kamm versteht man ein aus einer oder mehreren Nadelreihen bildetes Werkzeug, welches zu unvollkommenem Festhalten der Faseroffe dient: indem man die Fasern in den **Kamm** schlägt, oder diesen ein Bündel jener steckt, drängen die Nadeln desselben ihres Raumdarfs halber die Fasern zusammen, und setzen vermöge der auftretenden eibung der Verschiebung der letzteren gegenüber den Nadeln einigen 'iderstand entgegen. Das benutzt man in folgender Weise.

Fig. 497 stelle ein Faser- oder Haarbündel dar. Bei *A* werde isselbe mittels einer Zange, oder auch mittels der Hand so festgehalten, ıss keiner der Fasern eine Verschiebung gestattet wird, bei *B* ist ein amm, dessen Nadelquerschnitte durch dicke, schwarze Punkte gekennichnet sind, winkelrecht zur Fasernrichtung eingeschoben. Sucht man ın den Kamm *B* von der Zange *A* ehr zu entfernen, so nimmt die eibung zwischen Nadeln und Fasern ejenigen der letzteren mit sich fort, elche ihrer Kürze halber nicht bei unwandelbar festgehalten werden. iejenigen Fasern dagegen, welche s in die Klemme *A* reichen, werden ırch die Reibung nur angespannt.

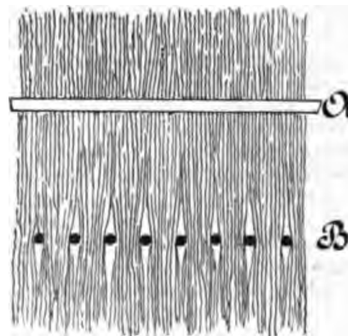


Fig. 497.

Wenn man den Kamm ebenso ı der entgegengesetzten Seite der ınge *A* anwendet, so entfernt man ıch hier diejenigen Fasern, welche cht von *A* festgehalten werden.

Im Bündel bleiben also zweifels die längsten Fasern zurück, weil bei beiden Bearbeitungen durch die Zange *A* festgehalten wurden. aneben finden sich aber auch sämtliche kürzere, ja sehr kurze Fasern ıd Verunreinigungen vor, welche zufällig bis in die Zange *A* reichen.

Auf dem angegebenen Wege lässt sich daher das Faserbündel nicht von kurzen Fasern und Verunreinigungen rein kämmen.

Wenn man das Faserbündel einmal bei 1, Fig. 498, festhält, den Kamm möglichst nahe bei der Zange, bei I einsticht und in der Pfeilrichtung fortschiebt, so werden — bei voller Wirksamkeit des Kammes — sämtliche diesseits der Zange befindliche Fasern, welche die Zange nicht festhält, durch den Kamm fortgeschoben. Legt man hierauf die Zange bei 2 an, setzt den Kamm bei II ein und bewegt diesen in der angegebenen Pfeilrichtung, so beseitigt man sämtliche Fasern, welche nicht in die bei 2 befindliche Zange ragen. Es können hiernach in dem Faserbündel nur solche Fasern oder Haare zurückbleiben, welche sowohl in der Zangenlage 1 als auch in der Zangenlage 2 festgehalten wurden, welche also mindestens den Abstand l der Zangenlager zur Länge haben.

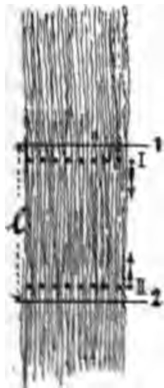


Fig. 498.

Das bildet die Grundlage für das Reinkämmen, letzteres liefert ein Gemenge, welches von Verunreinigungen und Fasern unter der mit l bezeichneten Länge frei ist.

Statt der Zange lässt sich ein zweiter Kamm verwenden: es wird alsdann jede Faser in demjenigen Kamm festgehalten, in welchem sie den grössten Reibungswiderstand findet. Über das Verhalten derjenigen Fasern, welche nur in einem der Kämme sich befinden, ist sonach kein Zweifel, unbestimmt aber, welchem Kamm die gleichzeitig von beiden Kämmen getroffenen folgen.

Kämme mit nur einer Nadelreihe erzeugen nur geringe Reibung und gewähren deshalb nicht volle Sicherheit dafür, dass alle Fasern, welche entfernt werden sollten, ihnen folgen. Man verwendet sie daher nur für untergeordnete Zwecke, z. B. zum Kämmen des Wergs. Vollkommener ist die Wirkung der zwei-, drei-, ja vierreihigen Kämme. Bei Verarbeitung der Tierhaare werden diese unmittelbar, oder mittels der Kämme (vergl. S. [illegible]) erwärmt, um sie geschmeidig zu machen.

Die Handkämmerei findet in folgender Weise statt. In einen Kamm werden mehrere Faserbüschel geschlagen, so dass ein Bart von ihm herabhängt. Mit einem zweiten Kamm wird dieser Bart ausgekämmt und ebenso verfahren hinsichtlich des am zweiten Kamm sich bildenden Bartes, wozu der erste Kamm dient. Es sollen nunmehr sämtliche Teile des Gemenges von dem einen oder dem anderen Kamme unmittelbar erfasst sein. Da man aber die Kämme nicht hart aneinander zu bringen vermag, so liegt die Möglichkeit vor, dass sehr kurze Fasern und Schmutzteile zwischen den beiden Kämmen zurückbleiben. Erfasst man nun jeden der Bärte mittels der Hand, welche die Zange vertritt, und zieht die Fasern heraus, so erhält man als Zug [illegible] längere Fasern, während die kürzeren, von der Hand nicht erreichbar, als Kämmlinge im Kamm zurückbleiben; aber die kurzen Teile, welche [illegible] vor dem Kamm vor der Einwirkung des Ausziehens gesichert waren, [illegible] teilweise dem Zug, diesen verunreinigend, während nur der Rest in den Kämmlingen zurückbleibt.

Um das Jahr [illegible] hat Cartwright eine Kämmmaschine [illegible], welche den Vorgang des Handkämmens im wesentlichen [illegible] [illegible] nicht [illegible]. Später entstanden Maschinen [illegible] Lister [illegible]. [illegible]

846, Noble 1853 u. s. w.) lassen erhebliche mechanische Vervollkommnungen rkennen, benutzen aber denselben mangelhaften Arbeitsvorgang.

Um 1851 stellte Hübner eine grundsätzlich besser arbeitende Maschine ler. Die Fasern werden in einer (ringförmigen) Zange festgehalten, der herorhängende Bart seitens eines mechanisch betriebenen Kammes ausgekämmt, lann ein Vorsteckkamm vor der Zange in den Bart gesteckt und der über liesen hervorragende Bartteil behufs des Ausziehens (durch ein Walzenpaar) rfasst. Der Vorsteckkamm hält sonach diejenigen Teile zurück, welche weder lurch das Auskämmen beseitigt, noch von der Zange festgehalten werden können.)er Hübner'sche Vorsteckkamm findet sich von Holden (1857) und anderen ngewendet.

Um 1852 baute Lister eine Kämmmaschine, welche den weiter oben äher beschriebenen besseren Arbeitsvorgang benutzt. Das Faserbündel (in Bandform, wie schon bei Cartwright) wird in einen mehrreihigen Kamm (ein Hechelfeld) geschlagen, der hervorragende Bart von einer Zange erfasst und usgezogen (Vorgang 1, Fig. 498). Ein Hilfskamm überträgt nun das Faserüschel auf einen zweiten, eigentlichen Kamm und zwar so, dass der durch las Ausziehen rein gekämmte Bart frei herabhängt. Diesen zieht sodann ein Valzenpaar ab, während die Kämmlinge zurückbleiben. Diese Lister'sche Iaschine kämmt rein und gestattet die Innehaltung einer gewissen Mindestänge (*l*, Fig. 498); ihre Bauart lässt aber viel zu wünschen übrig.

Bahnbrechend ist die 1845 von Heilmann gebaute Maschine gewesen. hr Walzenkamm reinigt zunächst das bartartig herabhängende Ende eines 'aserbandes, welches eine Zange festhält. Es wird sodann die Zange geöffnet, in Vorsteckkamm eingeführt, durch welchen das Band sich bewegen muss, rährend es um eine gewisse Länge hervorgezogen wird, nunmehr die Zange eschlossen, das davor befindliche Büschel abgerissen und mit seinem hinteren Inde der Einwirkung des Walzenkammes dargeboten. Der Vorgang ist sonach emjenigen, welcher bei der jüngeren Lister'schen Maschine statthat, gleich, ie Mittel zur Hervorbringung desselben aber vollkommener. Weiteres in den)uellen.[1])

Das Hecheln bezweckt teilweise Gleiches wie das Kämmen; es soll ber gleichzeitig zu weitgehender Zerspaltung der Bastfasern dienen und ann deshalb der erstgenannten Aufgabe nur in mässigem Grade gerecht verden.

b. Die Dicke der Bestandteile ist verschieden; deren Länge wird icht beachtet.

Dünne, verhältnismässig lange Körper von im wesentlichen kreisförmigen Querschnitt rollen auf einer geneigten Fläche; ist die Fläche mit etwa wagerecht verlaufenden Rillen versehen, so nehmen die Achsen der in Rede stehenden Körper sehr bald eine zu den Rillen gleichlaufende Lage an. Man benutzt diese Thatsache zur Absonderung dünner langer Unkrautsamen vom Getreide, dessen Dicke grösser ist, indem man die Rillen zu Schlitzen ausbildet, welche den dünnen Körpern das Hindurchfallen erlaubt, die dickern aber zurückhält, oder, indem man die Schlitze so tief macht, dass die dünnen Samenkörner sich vollständig hinein zu egen vermögen, während die dickeren Getreidekörner weiter rollen.

---

[1]) Prechtl, techn. Encyklop. Ergänzungsband 3, S. 533 m. Abb.
Lohren, die Kämmmaschine, Stuttgart 1875.
D. p. J. 1878, **229**, 10; 1879, **231**, 134 m. Abb., **232**, 495 m. Abb., **234**, 11; 1880, **238**, 392 m. Abb.; 1881, **239**, 23 m. Abb.; 1882, **244**, 366 m. Abb.; 884, **253**, 305 m. Abb.
Z. d. V. d. I. 1886, S. 107 m. Abb.

Die Fläche ist in ersterem Falle vielfach eine ebene und aus nebeneinander gebundenen Drähten gebildete. Leistungsfähiger ist eine Trommel, deren Wandung aus in entsprechendem Abstande nebeneinander befestigten geraden Stäbchen, bezw. Drähten besteht. Die Trommel wird um ihre Achse gedreht, die behufs Hindurchführens der Getreidekörner eine geneigte Lage hat.

Gebr. Weissmüller[1]) bringen an der Innenfläche einer Trommelwand die oben näher bezeichneten, zur Trommelachse gleichlaufenden Rillen an. Bei der Drehung der Trommel werden die in die Rillen geratenen dünnen Samen über den Rand einer Schale gehoben und fallen schliesslich in diese herab, wie die Raden bei dem (S. 485) beschriebenen Vachon'schen Ausleser.

c. Die Sammelkörper der Gemenge sind höchstens in geringem Grade länglich gestaltet oder nach der Breite ausgebildet; ihre durchschnittlichen Abmessungen sind verschieden.

Zwei in ziemlichem Umfange gebräuchliche Verfahren benutzen die angegebenen Umstände, nämlich das Sieben, auch wohl Sichten im engeren Sinne benannt und eine Gruppe des Schlämmens.

Bei dem Sieben rollen oder gleiten die Gemengteile auf einer durchlöcherten Fläche und fallen durch die Löcher oder werden auf irgend eine Weise über die Siebfläche hinweggeführt. Die letzteren sind die dickeren, die ersteren haben geringere Grösse.

Behufs genauerer Erkennung des Vorganges werde angenommen, dass die zu sondernden Gemengteile kugelförmig seien.

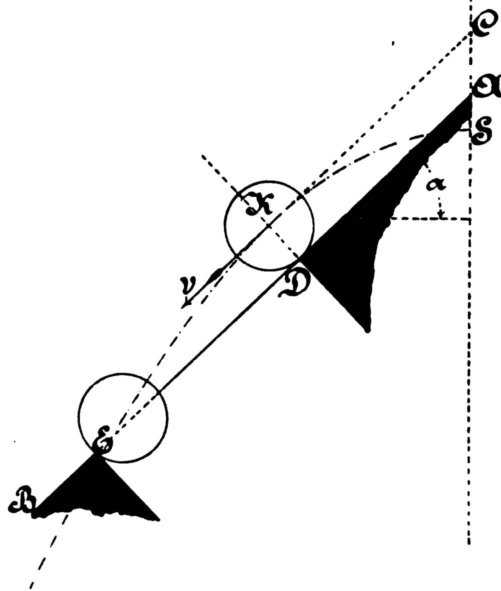


Fig. 499.

$ADEB$, Fig. 499, sei der Schnitt der Siebfläche, die um den $\angle \alpha$ gegen die Wagerechte geneigt ist; DE ein Loch derselben und K eine Kugel, welche mit der Geschwindigkeit v soeben über der Kante D des Loches angekommen ist. Der weitere Weg der Kugel wird durch die Fallgeschwindigkeit derselben bestimmt. Nach der Zeit t hat die Kugel den wagerechten Weg

$$x_0 = v \,.\, \cos\alpha \,.\, t$$

und den senkrechten Weg:

$$y_0 = \frac{g \,.\, t^2}{2}$$

wenn g die Beschleunigung des freien Falles (9,81 m) bedeutet, zurückgelegt. Es ist der Weg der Kugelmitte eine Parabel mit senkrechter Achse, deren Scheitel S

[1]) D. R. P. No. 16249; Wochenschr. d. V. d. I. 1882, S. 31 m. Abb.

Rechnung bestimmt werden kann; die Anfangsgeschwindigkeit v in einer zu AB gleichlaufenden Tangente $v\,C$ der Parabel. Auf eine rechnungsmässige Behandlung des Vorganges verzichte ich, da sie von Voraussetzungen ausgehen muss, welche nicht in gleichmässiger Weise eintreffen. Das Verständnis des Vorganges ist ohne die Rechnung zu erreichen.

Die Figur ist so entworfen, dass die Kugel in dem Augenblicke gegen die Kante E des Siebloches DE stösst, in welchem die durch den Mittelpunkt der Kugel an die Parabel gezogene Tangente diese Kante trifft. Sieht man ab von der Drehbewegung der Kugel, so ist zweifelhaft, ob die letztere durch das Loch fällt, oder über die Siebfläche sich weiter fortbewegt. Wäre — bei gleicher Lochweite DE — die Kugel dicker, so würde sie, weil die Parabel weiter links liegen und das Aufstossen eher erfolgen würde, als hier vorgesehen, zweifellos über die Siebfläche sich weiter bewegen, eine kleinere als die gezeichnete Kugel ebenso zweifellos durch das Loch fallen, unter der Voraussetzung, dass die Neigung α sowohl, als die Anfangsgeschwindigkeit v dieselbe bleibt. Wird aber der Neigungswinkel α verkleinert, so rückt die Anfangslage der Kugel dem Scheitelpunkt der Parabel näher, kommt an einen Punkt der letzteren, von wo ab der Weg weniger rasch abfällt. Gleichzeitig aber ist der senkrechte Abstand zwischen D und E in grösserem Masse kleiner geworden, so dass der Weg der Kugelmitte die Sieboberfläche früher schneidet, die Kugel bei gleicher Grösse unter E gegen die Lochwand stösst und zum Hindurchfallen gezwungen wird. Der bildlich dargestellte mittlere Zustand würde erst bei einer entsprechend grösseren Kugel eintreten können u. s. f.

Ein und dieselbe Siebfläche lässt somit verschieden dicke Kugeln hindurchfallen, je nachdem ihre Neigung gegen die Wagerechte grösser oder kleiner wird.

Dieser Umstand schädigt in vielen Fällen die Zuverlässigkeit des Siebens, wird aber auch benutzt, um ohne Änderung der Lochweiten verschieden dicke Körper abzusondern [1]).

Die Änderung der Anfangsgeschwindigkeit v ist ebenfalls von grossem Einfluss. Je grösser sie ist, um so weniger krümmt sich der Weg, um so eher springt die Kugel über das Loch hinweg. Das schädigt, weil man fast nie im stande ist die Anfangsgeschwindigkeit einigermassen zu regeln, die Genauigkeit des Siebens in hohem Grade.

Der Einfluss der Lochweite DE ist ohne weiteres zu erkennen; sie ist auch, neben der Siebneigung, am leichtesten festzustellen, weshalb sie vorwiegend zur Bestimmung der Korngrösse dessen dient, was durch die Siebfläche fällt (vergl. S. 30). Die bisherigen Erörterungen ergeben aber bereits zur Genüge die Unsicherheit, durch bestimmte Lochweiten bestimmte Korngrössen zu erhalten. Zn den die Genauigkeit des Siebens beeinträchtigenden Umständen treten noch die folgenden.

Die Löcher der Siebfläche sind, mit wenigen Ausnahmen, kreisrund

---

[1]) Nagel & Kaemp: D. R. P. No. 14461.

oder quadratisch; nur wenn längliche Körner hindurchfallen sollen (S. 489), oder in dem Gemenge keinerlei Körner vorkommen, deren Länge die Dicke erheblich überschreitet, greift man zu länglichen, im wesentlichen rechteckigen Löchern. Bei den quadratischen, mehr noch bei den runden Löchern dürfte selten ein Korn über ein Loch hinweggehen oder durch dasselbe fallen, ohne dass es an die Seitenbegrenzungen des Loches stösst; viele Körner treffen den zwischen zwei benachbarten Löchern befindlichen Steg in grösserem Umfange und werden dadurch von dem parabelförmigen Wege abgelenkt, und manche von ihnen bewegen sich so vollständig auf dem Steg, dass eine Prüfung auf ihre Dicke überhaupt nicht vorkommt. Längliche Löcher, deren Längenrichtung quer zum Weg der Körner liegen, sind, wie leicht zu übersehen, in dieser Richtung günstiger als die runden oder quadratischen; ohne Stege kann man aber die Siebfläche nicht machen, weil diese die Lochweite wahren müssen. So lässt sich der Übelstand wohl mildern, aber nicht beseitigen.

Wenn mehrere Körner übereinander oder hart aneinander liegen, so beeinflussen sie ihre Wege gegenseitig. Auch dieser Umstand schädigt den guten Erfolg. Man pflegt, wenn besondere Genauigkeit verlangt wird (z. B. beim Sondern der Graupen), das zu behandelnde Gemenge so langsam zuzuteilen, dass nur ausnahmsweise ein Korn das andere berührt. Dabei wird aber die Fläche des Siebes nur wenig ausgenutzt. Deshalb wird das Gemenge häufiger in dicker Schicht herangeführt, obgleich man weiss, dass die Güte der Arbeit hierunter erheblich leidet.

Die Siebflächen bestehen aus gelochtem Blech oder aus Gewebe. Letzteres ist gazebindig (S. 475) gewebt, wenn es aus Seide besteht, leinwandbindig, wenn es aus Pferdehaaren, Holzstäbchen oder Draht gebildet ist. Andere kommen nur ausnahmsweise vor. Die blechernen Siebflächen sind an ihrer Oberfläche glatt, sie stören den natürlichen Weg der Körner nur durch Löcher, bezw. Stege; die gewebten Flächen sind dagegen wegen den Kreuzungen holperig. Erstere taugen daher besser für genauere Arbeit als letztere, leisten aber auch weniger wie diese, weil die Stege eine verhältnismässig grosse Fläche einnehmen. Blecherne Siebflächen dürften ihrer Herstellung halber mindestens $^1/_2$ *mm* Lochweite haben; gewebte Siebflächen können mit 0,1 *mm* Lochweite hergestellt werden[1].

Das Gemenge wird durch folgende Mittel über die Siebflächen geführt: man neigt die Siebfläche so stark, dass die Körner selbstthätig auf ihr rollen oder rutschen, man neigt sie wenig und fördert die Verschiebung durch Schütteln, die Schleuderkraft dient dem Zweck oder endlich, man schiebt die Körner mittels einer Schiene, einer Bürste oder dergl. über die Siebfläche.

Das erstgenannse Verfahren ist das roheste, namentlich wenn es in der einfachsten Weise mittels des festen oder Standsiebes durchgeführt wird. Manche der Körner stürzen wild über die Fläche hinab und nehmen unterwegs eine grosse Geschwindigkeit an, andere werden fortwährend in ihrem Fortschreiten gehemmt und kommen deshalb mit geringer Geschwindigkeit an die Löcher. So darf man eine einigermassen gleichförmige Sichtung von diesem Verfahren nicht erwarten.

Besser wirkt das prismatische Sieb (der sogenannte Cylinder). Mit einer Welle *a*, Fig. 500, sind Arme *b* verbunden, auf denen Leisten befestigt sind, welche die Kanten eines 4 bis 8seitigen Prisma bilden. Über diese Leisten ist das Siebgewebe *c* gespannt. Indem das Prisma in der durch einen Pfeil

[1] Kick, die neuesten Fortschritte der Mehlfabrik. Leipzig 1883, S. 46.

angegebenen Richtung um seine Achse gedreht wird, nehmen die links unten befindlichen Siebflächen eine mehr und mehr steiler werdende Lage an, so dass das zu bearbeitende, auf ihnen liegende Gemenge schliesslich über sie hinweg rutscht oder poltert, und zum Teil über die folgende Leiste hinweg geworfen wird. Der zurückbleibende Teil wird durch die Leiste noch mehr gehoben und fällt aus grösserer Höhe auf eine der folgenden Siebflächen herab. Diese kurze Beschreibung im Verein mit den früher gegebenen allgemeinen Erörterungen zeigen genügend, dass an eine gleichmässige Sichtung nicht zu denken ist.

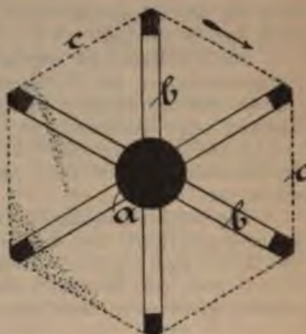


Fig. 500.

Giebt man dem Prisma eine solche Geschwindigkeit, dass die entstehende Schleuderkraft dem Gewicht der Körner gleich wird, so werden letztere an ihrem Orte festgehalten, eine Sonderung findet sonach nicht statt. Bezeichnet α einen echten Bruch, so muss hiernach sein, wenn noch u, die Umfangsgeschwindigkeit, m die Masse eines der Körner, g die Beschleunigung des freien Falles und r der Halbmesser des Prisma in m bedeutet:

$$\frac{m \cdot u^2}{r} = \alpha\, m\, g, \text{ oder}$$

$$\frac{u^2}{r} = \alpha \cdot g$$

Im Mittel nimmt man $\alpha = \frac{1}{4}$, d. h. das Gewicht 4mal so gross als die auftretende Schleuderkraft, so dass entsteht

$$u = 1{,}5\,\sqrt{r}.$$

Im Mittel ist $u = 1\,m$; für 1 *cbm* stündl. bearbeitetes Gemenge rechnet man 1 bis 4 *qm* Siebfläche.

Ruhiger, aber sonst dem Verlauf nach gleich geht die Bearbeitung im Trommelsieb, von welchem Fig. 501 ein Durchschnitt ist, von statten. Die Siebfläche dieses Siebes besteht fast immer aus gelochtem Blech. Geschwindigkeit wie Leistungsfähigkeit dieses Siebes sind ähnlich wie bei dem prismatischen Sieb.


Fig. 501.

Die Fortbewegung des Sichtegutes von der Einfall- bis zur Auswurfsstelle erreicht man durch geneigte Lage der Drehachse (zwischen $^1/_{10}$ bis $^1/_5$), so dass das Gemenge winkelrecht zur Drehachse emporgehoben wird und senkrecht niederfällt, oder durch kegelförmige Gestalt (nur beim Trommelsieb), welche die Rutschungen entsprechend lenkt.

Anders ist die Fortbewegung beim Spiralsieb[1]). Die Siebfläche (meistens gelochtes Blech) ist spiralförmig zusammengebogen, das Sichtegut fällt im Innern der Windung ein und rutscht aus Anlass der Drehung des Siebes allmählich bis zum äusseren Ende, wo die zu groben Teile ausgeworfen werden.

Bei den zuletzt genannten drei Siebarten ist zwar die Wirkungsweise genau dieselbe wie bei dem festen, steilen Sieb, es werden aber die zu rasch abstürzenden Teile bald zur Ruhe gebracht, und ihnen dadurch wiederholt Gelegenheit geboten die richtige Geschwindigkeit anzunehmen. Insbesondere

[1]) D. R. P. No. 2550; D. p. J. 1879, **233**, 202 m. Abb.

liefern das Trommel- und das Spiralsieb eine ziemlich gleichförmige Verschiebung des Sichtegutes und damit eine gute Sonderung, wenn man nicht zu grosse Anforderungen an die Leistungsmenge stellt.

Allen drei Siebarten ist aber der Mangel eigen, dass jederzeit nur ein kleiner Teil der Siebfläche thätig, der überwiegend grössere dagegen müssig ist.

Die Schüttelsiebe sind von diesem Mangel frei; sie arbeiten ausserdem sicherer, weil die Verschiebung in kleinen Zeitabschnitten ruckweise erfolgt, wodurch die v genannte Geschwindigkeit (S. 490, bezw. Fig. 499) des Sichtegutes besser geregelt wird, als bei den angeführten kreisenden Sieben.

Die Siebfläche ist regelmässig wenig geneigt (von $^1/_{40}$ bis $^1/_6$); die Schüttelung erfolgt in der Richtung des Gefälles oder quer gegen dieselbe in wagerechter oder senkrechter Richtung. Erstere und letztere Schüttelung wird durch Daumen oder Krummzapfen, die mittlere nur durch Krummzapfen hervorgebracht, indes kommt das Daumenrad oder Schlagrad wegen den entstehenden Erschütterungen auch bei der zuerst genannten Schüttelungsart nur noch selten vor.

Die Beschleunigung, bezw. Verzögerung, welche das Sieb durch die Kurbelbewegung erfährt, soll die (Gleitungs- oder Roll-) Reibung der Körner auf der Siebfläche überwinden. Heisst die Reibungswertziffer f, das Gewicht eines Kornes $m\,g$, der Krummzapfenhalbmesser r und die Krummzapfen-Winkelgeschwindigkeit u, so muss sein:

$$f \cdot m \cdot g < \frac{m \cdot u^2}{r}, \text{ oder:}$$

$$9{,}81 \cdot f < \frac{u^2}{r}$$

Bezeichnet man noch die minutlichen Krummzapfendrehungen mit n, so entsteht:

$$9{,}81 \cdot f \cdot < \left(\frac{2 \cdot r \cdot \pi \cdot n}{60}\right)^2 \cdot \frac{1}{r} = 9{,}859 \cdot \frac{1}{900} \cdot r^2 \cdot n^2 \cdot \frac{1}{r}$$

oder rund:

$$n > 30 \sqrt{\frac{f}{r}}$$

Je mehr n den rechtsstehenden Wert überschreitet, je grösser ist die hervorgebrachte Verschiebung.

Findet nun diese Schüttelung in derjenigen Richtung statt, in welcher der Neigungswinkel der Siebfläche liegt, so unterstützt die Neigung das Rutschen oder Rollen nach unten, erschwert aber die entgegengesetzte Bewegung, so dass also das Sichtegut sich ruckweise nach den tiefer belegenen Stellen des Siebes bewegt, nach Umständen Gelegenheit nehmend, bei der kurzen Rückwärtsbewegung ein passendes Loch aufzusuchen.

Erfolgt die Schüttelung winkelrecht zur soeben erwähnten Richtung, aber wagerecht, so findet gleichzeitig mit der durch die Massenwirkung hervorgerufenen Verschiebung eine solche in der Richtung des Siebgefälles statt (vergl. S. 148). Jedes Korn verfolgt einen zickzackförmigen Weg auf der Siebfläche, sucht gleichsam die Löcher auf und verlässt, wenn es zu dick ist, das Sieb am unteren Rande.

Bei der senkrechten Schüttelung sollen die Körner winkelrecht zur Siebfläche ein wenig emporgeschleudert werden, um hierauf senkrecht niederzufallen. Die Bewegung findet sonach auch in einer Zickzacklinie statt, deren Ebene jedoch senkrecht steht. Diese Schüttelung erfordert sehr kräftige Beschleunigung, bezw. Verzögerung der Schüttelbewegung, und wird deshalb meistens nur dann angewendet, wenn man durch die begleitende Erschütterung dem Verstopfen, d. i. dem Festsetzen einiger Körner in den Löchern des Siebes entgegentreten will.

1 qm der Schüttelsiebfläche bewältigt stündlich etwa 0,1 bis 0,5 cbm Sichtegut, je nach der Dicke der Beschüttung, bezw. den Anforderungen, welche man an die Güte der Sichtung stellt.

Letztere gelingt unter anderem, weil ein wüstes Durcheinanderwerfen des Sichtegutes nicht stattfindet und auch die etwaige Verschiedenheit der Einheitsgewichte zur Geltung kommt (s. w. u.), im ganzen vollkommener als bei den kreisenden Sieben. Die schüttelnde Bewegung, welche Erschütterungen der Maschine herbeiführt, ist als der wesentlichste Mangel dieser Siebart zu bezeichnen.

Die Schleuderkraft dient bei dem Pendelsiebe in folgender Weise zum Verschieben des Sichtegutes. Die ebene Siebfläche hängt mit schwacher Neigung an einem rasch kreisenden Kegelpendel; die Schleuderkraft treibt die Körner nach aussen, während die wechselnde Neigung des Siebes die Verschiebung zeitweise fördert, zeitweise hemmt.

Mittels Fortschiebens ist eine bestimmte gegensätzliche Geschwindigkeit zwischen Sichtegut und Siebfläche im allgemeinen am sichersten zu erhalten. Insbesondere gewinnt man dieselbe in gewünschter Weise mit Hilfe einer Bürste, welche so über die Siebfläche geführt wird, dass die Schweinsborsten, Piassava-Fasern oder dergl. die Siebfläche berühren. So siebt man auf ebenen oder gewölbten Siebflächen angefeuchtete Farben[1]), die Kartoffelstärke von den Zellen[2]), das Staubmehl von der Kleie, indem man die Bürsten gleichzeitig zum Überwinden des Zusammenhanges zwischen den einzelnen Teilen benutzt, so siebt man mehr oder weniger pulverartige Gemenge durch trommelförmige Siebflächen. Das allmähliche Fortbewegen von der Eintrag- zur Austragstelle erfolgt durch die schraubenartige Gestalt der Bürste oder unter Vermittlung schräger Aufstellung der Siebtrommel.

Die Bürsten-Siebmaschinen sind trotz ihrer guten Wirksamkeit nur da in allgemeiner Anwendung, wo die w. o. erwähnte Nebenwirkung derselben von Wert ist. In anderen Fällen vermeidet man sie, weil sowohl die Bürsten, als auch die Siebflächen starker Abnutzung unterliegen.

Dieser älteren Art des Fortschiebens des Sichtegutes hat sich um das Jahr 1860 eine neue, von Lucas & Reinsch herrührende hinzugesellt, bei welcher das Sichtegut mittels einer Schiene fortgeschoben wird. Da jedoch aus leicht ersichtlichen Gründen eine solche Schiene die Siebfläche nicht berühren darf, so lässt man durch sie die oberen Schichten des auf der Siebfläche liegenden Sichtegutes mit grosser Geschwindigkeit (etwa 8,3 *m* sekundl.) gegen entferntere Siebflächenteile schleudern, welche unter einem spitzen Winkel getroffen werden. Der Vorgang des Siebens ist gegenüber der früheren Erörterung desselben (S. 490) nur insofern anders, als die Schwerkraft des Sichtegutes gegenüber der Anfangsgeschwindigkeit (v, Fig. 499) fast verschwindet und unbeachtet bleiben kann.

Anfänglich[3]) machten die Erfinder die (trommelförmigen) Siebflächen fest, später[4]) gaben sie ihr eine geringe Drehbewegung um die Achse des rasch kreisenden Schleuderflügels. Es sind diesem manche Verbesserungen gefolgt[5]), welche teilweise dem Sieben selbst, teilweise der Förderung des Sichtegutes durch das trommelförmige Sieb, teilweise baulichen Zwecken dienen.

Wie bereits w. o. erwähnt, kommt das Gewicht der den Durchgang durch die Siebfläche suchenden Körner bei den in Rede stehenden Schleudersieben nur beschränkt zur Wirkung. Es kann überhaupt nur bei den unten befindlichen Siebflächenteilen eine Rolle spielen. Die Schleudersichtmaschinen benutzen aber

---

[1]) D. p. J. 1884, **252**, 111 m. Abb.

[2]) Mitt. d. Gewerbever. f. Hannover 1870, S. 75 m. Abb.
D. p. J. 1882, **243**, 239 m. Abb.

[3]) Mitt. d. Gewerbver. f. Hann. 1862, S. 34 m. Abb.

[4]) D. p. J. 1863, **167**, 19 m. Abb.

[5]) Z. d. V. d. I. 1872, S. 89. D. p. J. 1874, **213**, 387 m. Abb.; 1877, **226**, 17 m. Abb.; 1881, **242**, 266 m. Abb.; 1883, **250**, 486 m. Abb.; 1886, **260**, 97 m. Abb.
Prakt. Masch. Constr. 1882, S. 15 m. Abb.; 1884, S. 389 m. Abb.; 1885, 33 m. Abb.
Kick, Fortschr. der Mehlfabr., Leipzig 1883, S. 40 m. Abb.

gleichzeitig die gesamte Siebfläche der Trommel, so dass die Schwerkraft des Kornes sogar zum Teil dem Durchschlüpfen der Löcher entgegenwirkt. Der wesentlichste Teil der Wirkung muss daher der Schleuderkraft beigemessen werden.

Diese wirft aber das Sichtegut in einer geraden Linie gegen die Siebfläche, welche mit dieser einen spitzen Winkel einschliesst. Indem sodann das zu Bearbeitende, vermöge der ihm erteilten lebendigen Kraft, an der hohlen Seite der Siebfläche entlang gleitet, ist die aus der Ablenkung der Bewegungsrichtung entstehende Schleuderkraft ferner bestrebt, die Körner durch die Löcher zu drücken. Ich unterlasse hier zu untersuchen, welcher Teil des Erfolgs der letzterwähnten Thätigkeit zu danken ist. Jedenfalls gelangen zahlreiche Körner sofort bei dem Aufschlagen des Gemenges auf die Siebfläche in die Löcher derselben, bezw. durchschlüpfen diese, weshalb dieser Vorgang einige Aufmerksamkeit verdient. Fällt ein Korn rechtwinklig gegen eine Siebfläche, und ist es kleiner als die Löcher derselben, so können folgende Fälle eintreten: der Weg, welchen die Mitte des Kornes beschreibt, fällt in die Mitte des Loches, so kommt das Korn, das Loch durchschlüpfend, mit dessen Wandungen gar nicht in Berührung. Fällt die Mitte des Korns in das Loch, aber ein Teil seines Körpers auf den Rand des letzteren, so bewegt sich das Korn vom Augenblicke des Aufschlagens an in einer Bogenlinie, deren Gestalt mit der früher besprochenen (S. 490) verwandt ist. Je nach Umständen wird ihm möglich das Loch zu durchschlüpfen oder nicht. Trifft aber der Weg der Mitte, bezw. des Schwerpunktes des Kornes neben das Loch, so kann das Korn nur durch irgend welche Nebenumstände in das Loch gelangen. Diese Erörterung hat Bezug auf die früher gebräuchlichen, jetzt sehr selten vorkommenden Wurfsiebe; sie erleichtert gleichzeitig das Verständnis des Vorganges, welcher eintritt, wenn das Korn unter einem spitzen Winkel, der α heissen möge, die Siebfläche trifft.

Der Schwerpunktsweg treffe unter die Kante des Loches (ein scharfkantiges Loch vorausgesetzt), Fig. 502, so durchschlüpft das Korn dieses, wenn

$$\frac{\delta}{2} < d \,.\, \sin \alpha$$

und selbstverständlich $\delta < d$ ist.

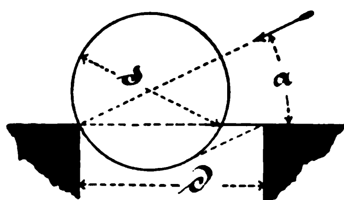


Fig. 502.

Bei Löchern mit abgerundeten Kanten (gewebte Siebflächen, vergl. Fig. 503) soll die Wurfrichtung unter die Mitte des getroffenen Fadens a fallen und ausserdem:

$$\frac{\delta}{2} < (d + d_1) \sin \alpha - \frac{d_1}{2}, \text{ sowie } \delta < d \text{ sein,}$$

wenn δ den Korndurchmesser, d_1 die Fadendicke bezeichnen. Trifft die Wurfrichtung den Faden a über dessen Mitte, so kann das Korn nicht in die Öffnung zwischen a und b fallen, und eine Berührung mit dem Faden b ist nur in geringem Grade zulässig, so dass sie vernachlässigt werden möge. Von dem gesamten Wurffelde ef, Fig. 503, welches einer Maschenteilung $d + d_1$ angehört, ist daher für die Schwerpunktswege der Körner nur das kleine Stück fi verwendbar, das grössere Stück ie wertlos.

Es verhält sich aber $\frac{\overline{fi}}{\overline{fe}} = \frac{(d + d_1) \sin \alpha - \frac{d_1 + \delta}{2}}{(d + d_1) \sin \alpha} = \eta_1$, d. i. das Nützlichkeitsverhältnis des Siebes in der durch Fig. 503 dargestellten Richtung.

Es wird durch Umschreiben:

$$\eta_1 = 1 - \frac{d_1 + \delta}{2\,(d + d_1) \sin \alpha}$$

Aus dieser Gleichung geht hervor, dass für $\sin \alpha = 1$, d. h. $\alpha = 90^\circ$ und $\delta = d$ der Wert $\eta_1 = \frac{1}{2}$ wird, mit $\delta < d$ zunimmt, aber mit dem $\sin \alpha$, also auch mit α abnimmt.

Wie leicht zu übersehen, ist das Nützlichkeitsverhältnis η_2 **winkelrecht** zu Fig. 503

$$\eta_2 = 1 - \frac{d_1 + \delta}{2(d_1 + d)}$$

weil in dieser Richtung $\alpha = 90°$ beträgt. Das gesamte Nützlichkeitsverhältnis η ergiebt sich hieraus zu:

$$\eta = \eta_1 \cdot \eta_2.$$

Für die Anordnung des schleudernden Flügels gegenüber der Siebfläche ist der Ausdruck für η_1 bedeutsam: er lehrt, was schon erwähnt wurde, dass

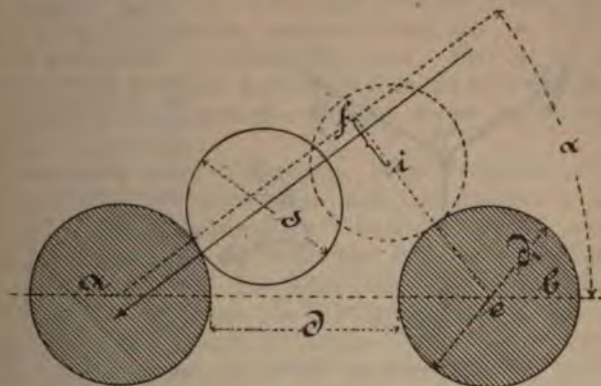


Fig. 503.

das Nützlichkeitsverhältnis mit α abnimmt. **Man wird daher den Winkel, unter welchem das geschleuderte Gemenge die Siebfläche trifft, so gross wie möglich machen.**

Die zu diesem Zweck verfügbaren Mittel lässt Fig. 504 erkennen.

s bezeichnet die Siebfläche, I, II u. III drei verschiedene Schleuderflügel, welche sich um die Achse *m* drehen. Die Flügelfläche I liegt im Halbmesser; ihr äusserer Rand ist der Siebfläche nahe. Das am Rande ankommende Korn hat eine Geschwindigkeit in der Richtung der Flügelfläche, eine zweite, grössere in der Richtung der Tangente; die wirkliche Geschwindigkeitsrichtung liegt zwischen beiden. Gerade so ist es mit dem Flügel II, dessen äusserer Rand der Siebfläche *s* weniger nahe liegt. Da es aber auf den Winkel ankommt, unter welchem die wirkliche Wurfrichtung die Siebfläche trifft, so ergiebt sich ohne weiteres, dass die Anordnung II zweckmässiger ist als die durch I versinnlichte. In der That findet man z. Z. bei sämtlichen Schleudersichtmaschinen einen grösseren Abstand zwischen dem äusseren Rande der Schleuderflügel und der Siebfläche, welcher Abstand zuweilen 5 *cm* beträgt. Noch günstiger ist die Anordnung III; sie scheint auch mehr und mehr in Aufnahme zu kommen, wenngleich manche praktische Umstände gegen sie sprechen.

Man hat auch zu gleichem Zwecke die Siebfläche, statt nahezu oder völlig trommelförmig, gebrochen gestaltet, wie Fig. 504 bei *A* versinnlicht. Die Linien *i k* stellen den Querschnitt der Siebteile dar.

Auf eine rechnungsmässige Verfolgung der Frage, in welchem Grade die Verhältnisse der Schleuderflügel einschliesslich ihrer Geschwindigkeit den beabsichtigen Erfolg begünstigen, verzichte ich, da es sich thatsächlich nicht um das Schleudern eines Kornes, sondern dem gleichzeitigen Werfen einer grossen Menge derselben handelt, auch die nicht einflusslosen Reibungswiderstände unbekannt sind.

Die Förderung des Sichtgutes von der Einwurf- zur Auswurfstelle erfolgt nahezu ausschliesslich durch schräge Lage der Flügelflächenteile, oder durch schraubenförmige Gestalt der Flügelflächen.

Durchschnittlich verwendet man 4 Flügel und giebt ihnen etwa 8,3 *m* Umfangsgeschwindigkeit, während die Siebfläche sich nur langsam bewegt. Die Leistungsfähigkeit wird zu 25 bis 60 *kg* Getreidemehl stündlich für 1 *qm* Siebfläche angegeben. Die Länge der Siebfläche wird 2 bis 4 mal grösser gewählt als ihr Durchmesser, welcher zwischen 60 *cm* und 1,5 *m* schwankt.

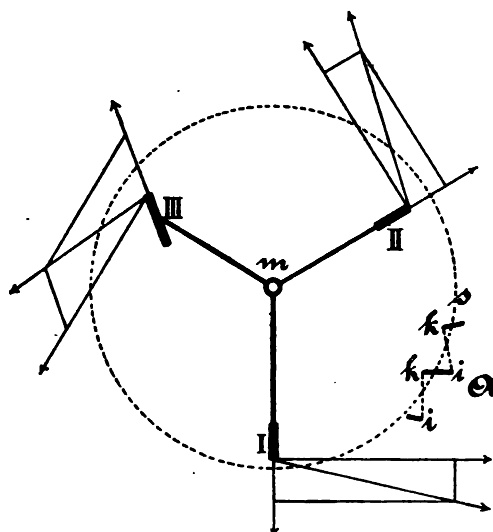


Fig. 504.

Zum Schluss sei noch eines Siebes gedacht, bei welchem das zu behandelnde Gut mittels eines Luftstromes längs der hohlen, siebartigen Fläche einer gebogenen Röhre fortbewegt wird.[1]) Die Körner werden mittels des Luftdruckes durch die Sieblöcher oder der Siebfläche entlang weiter gefördert. Die Anwendbarkeit dieses Siebes leidet durch den Umstand, dass man nachträglich die oft schwierige Absonderung der Luft von den Mehlteilen vornehmen muss.

Ein und dasselbe Sieb sondert das Gemenge in zwei Gruppen: diejenigen Körner, welche aus irgend einem Grunde (bei regelrechtem Verlauf wegen zu grosser Dichte) nicht durch die Sieblöcher schlüpfen konnten, als Überschlag das Sieb verlassen, und diejenigen Körner, welche durch die Sieblöcher sich bewegten. Verlangt man eine weitergehende Zerlegung des Gemenges, als hierdurch entsteht, so muss man wiederholt sieben. In vielen Fällen zieht man, um Umständlichkeiten zu sparen, vor, mehrere Siebe in eine einzige Vorrichtung zu vereinigen. Man scheidet alsdann entweder das Gröbste ab, behandelt auf dem folgenden Sieb das Feinere, indem von diesem wieder das Gröbste abgesondert wird u. s. w., oder man scheidet das Feinste ab, lässt den Überschlag über ein etwas gröberes Sieb gehen, welches weniger feine Körner absondert u. s. w. Das letztere Verfahren wird mittels Aneinanderreihens mehrerer Siebe, deren Lochweite von Stufe zu Stufe zunimmt, durchgeführt. Jede der erwähnten Siebarten eignet sich für dasselbe; es werden aber — ausgenommen das Spiralsieb — die Anordnungen meistens unbequem lang. Bei Benutzung des erstgenannten Verfahren werden die Flachsiebe untereinander — bis zu 16 — angeordnet, die Schleudersiebe ineinander gesteckt.[2]) Das Ineinanderstecken der prismatischen und Trommel-Siebe ist nur in

[1]) D. R. P. No. 32749. Z. d. V. d. I. 1885, S. 907 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1877, 226, 349 m. Abb.

Ausnahmefällen verwendbar, weshalb diese fast immer das Feinere absondern.

Abgesehen von dem Raumbedarf haben beide angeführte Verfahren noch folgende Vor- und Nachteile, welche unter Umständen für ihre Wahl massgebend sind.

Feine Körner vieler Stoffe haben die üble Eigenschaft, die Sieblöcher zu verschmieren. Das kann weniger leicht eintreten, wenn erheblich gröbere Körner über das Sieb geschoben oder gegen dasselbe geworfen werden; für sie ist daher das Absondern je des Feinsten zweckmässig. Andere Stoffe wirken stark abnutzend auf die Siebflächen und um so mehr, je gröber die Bruchstücke sind. Hier ist zu gunsten der Dauer der Siebflächen besser, fortlaufend stets das Gröbere abzuschneiden, weil die Siebflächen mit grösseren Löchern derber herzustellen sind als die feineren.

Zuweilen findet man zweckmässig, beide Verfahren zu vereinigen, d. h. zunächst nach dem einen, dann nach dem anderen zu arbeiten.

Aus, durch Hinzufügung einer Flüssigkeit, flüssig oder teigartig gemachten Körpergemengen werden gröbere Beimengungen ebenfalls durch siebartige Geräte gesondert. Die Flüssigkeit reisst alsdann die genügend kleinen Körper mit sich durch die Sieböffnungen[1]), oder die dickflüssige bis teigige Masse wird durch die Löcher gedrückt[2]), während die zu groben Beimengungen von der Siebfläche zurückgehalten werden.

Das Schlämmen, soweit es hierher gehört, beruht auf der Thatsache, dass der Widerstand, welchen ein Körper bei gegensätzlicher Bewegung in einer Flüssigkeit findet, etwa mit dem Quadrat der Dicke wächst, während das Gewicht G desselben, bezw. die Masse $m = \frac{G}{g}$ mit der dritten Potenz der Dicke δ zunimmt. Angenommen ist dabei selbstverständlich, dass jeder der zu vergleichenden Körper im wesentlichen nach allen Richtungen gleiche Abmessungen hat, so dass man ihn angenähert sich als Kugel denken kann. Immer ist das Einheitsgewicht der Flüssigkeit kleiner als dasjenige der zu behandelnden Körpersammlung. Man kann die für die vorliegende Sonderungsart erforderliche gegensätzliche Bewegung auf zwei Wegen hervorrufen: entweder durch Fallenlassen des zu Sondernden in der Flüssigkeit, oder durch Ausspülenlassen des ersteren durch letztere.

Ersteres Verfahren ist das gebräuchliche. Als Flüssigkeit wird Wasser oder Luft verwendet. In rohester Weise gelingt das vorliegende Sondern durch lebhaftes Rühren der Körpersammlung mit dem Wasser und darauf folgendes Absetzenlassen: die grösseren Körper bewegen sich rascher nach unten als

---

[1]) Knotenfänger:
Hofmann, Papierfabrikation.
Z. d. V. d. I. 1870, S. 454 m. Abb.; 1886, S. 308 m. Abb.
D. p. J. 1885, **255**, 227 m. Abb., 284 m. Abb.

[2]) Farbensiebe: D. p. J. 1873, **210**, 446 m. Abb.; 1875, **218**, 113 m. Abb. Schlichtesieb: D. p. J. 1885, **256**, 387 m. Abb. Hefesieb: Prakt. Masch. Constr. 1885, S. 421 m. Abb.
Thonreiniger: D. R. P. No. 18676.

die feineren, und die schliesslich gebildete Ablagerung enthält zu obei Feinste, mit zunehmender Tiefe Gröberes. Allein, teils waren die Teilch Beginn des Vorganges vom Boden des Absatzgefässes verschieden weit en teils treffen rascher niederfallende dickere Körper auf kleinere und reissei mit sich fort. Eine einigermassen genaue Sonderung ist auf diesem Weg nicht zu erzielen.

Mehr erreicht man bei dem Schlämmen im Strome. Die zu so den Körper werden mit der Flüssigkeit innig gemengt und durch diese wag oder senkrecht fortgeführt.

Bei der wagerechten Führung fällt jedes der festen Körperchen in parabelförmigen Linie zu Boden. Die grösseren werden durch die Flüs weniger am Niedersinken gehindert als die kleineren, ausserdem ihr wagei Fortschreiten weniger gefördert als bei den kleineren Körperchen; sie also früher zu Boden als letztere, so dass in der Längenrichtung der vom Eintrittspunkte ab die Körperchen auf dem Boden liegend in abne der Dicke sich aneinander reihen.

Allein Körperchen gewisser Feinheit werden durch die Wirbelung Flüssigkeit fortwährend wieder aufgespült und weiter getragen. So Sonderung auch dieser Teilchen nach ihrer Feinheit oder Dicke fort werden, so muss die Geschwindigkeit der Flüssigkeit entsprechend abne

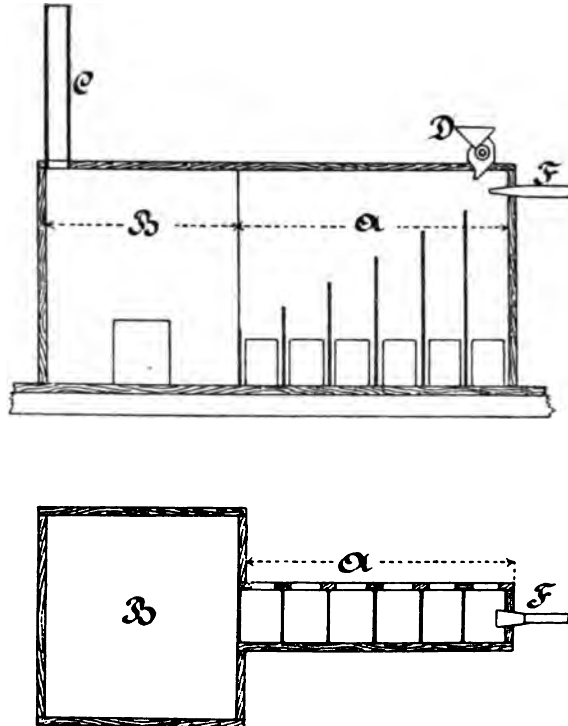


Fig. 505 u. 506.

Man erweitert in diesem Falle den Flüssigkeitsquerschnitt (vergl. Fig. 505 u. 5 hat aber eine Sonderung derselben keinen Wert (Schlämmen des Thones, Kreide u. dergl.), so lässt man das trübe Wasser, bezw. die staubige Luft, n dem die gröberen Teilchen ausgeschieden sind, in einen grösseren Raum ü

treten, in welchem die Abscheidung der festen Teilchen von der Flüssigkeit stattfindet (vergl. w. u. unter Absetzen).

Der senkrecht emporgeführte Strom sondert überhaupt nur in zwei Gruppen: in Feineres und Gröberes. Ersteres wird mit der Flüssigkeit emporgerissen, letzteres fällt dem Strome entgegen nach unten. Als Beispiel für dieses Sonderungsverfahren führe ich die Zerlegung des zur Filzverfertigung bestimmten Haargemisches in zwei Gruppen an, von denen die eine, von der Luft mitgerissene, die Haare genügender Feinheit enthält. Dasselbe Verfahren ist für Bettfedern[1]) und andere Gegenstände in Gebrauch. Die zugehörigen Einrichtungen decken sich im ganzen mit gewissen, der Sonderung nach dem Einheitsgewicht dienenden (s. w. u.).

Fig. 505 und 506 stellen eine Einrichtung für Benutzung des wagerechten Stromes im Längen- und wagerechten Schnitt dar. Bei D fällt das Mehl unter Vermittlung einer Speisewalze ein, wird durch einen, von der flachen Röhre F gelieferten Luftstrom zerstreut, bezw. durch den Raum A nach links geworfen. Der Querschnitt des Luftweges erweitert sich vermöge abnehmender Höhe der die Zellen trennenden Wände; es verlangsamt sich die Luftgeschwindigkeit zu gunsten rascheren Niederfallens der Staubteilchen. Die Scheidewände der Zellen hindern das Aufspülen des Abgelagerten. Derjenige Staub, welcher wegen seiner Feinheit nicht in den Zellen sich ablagert, tritt mit dem Luftstrom in den grösseren Raum B und die nahezu staubfreie Luft entweicht schliesslich durch den Schlot C.

Das Ausspülen dient unmittelbar nur zur Zerlegung des Gemenges in zwei Gruppen, kann jedoch auch zur Einleitung des Schlämmens im wagerechten Strome benutzt werden, indem die mit fortgerissenen feineren Teile infolge Verringerung der Stromgeschwindigkeit zum allmählichen Niedersinken veranlasst werden.

Sehr nützlich wird das Ausspülen zum Austragen des genügend Zerkleinerten bei Zerkleinerungsmaschinen (S. 343) verwendet. Zuerst bei den Nasspochwerken (im Anfang des 16. Jahrhunderts) in Anwendung gekommen, findet man es heute vielfach sowohl mit Wasser wie mit Luft als ausspülende Flüssigkeiten im Gebrauch.

d. Nur die Gewichtsverschiedenheit der Körper wird beachtet.

Hierher gehören Wagen, welche der Belastung entsprechend Ausschlag geben (S. 77), wodurch das gewogene Stück vor die Mündung eines Trichters gelangt, der zur Aufnahme der Stücke des betr. Gewichtes bestimmt ist. Eine mechanische Vorrichtung schiebt das gewogene Stück in den Trichter, eine andere ein neues Stück auf die Wage[2]).

3. Sondern nach dem Einheitsgewicht.

a. Solche Flüssigkeiten, welche selbständig nebeneinander zu bestehen vermögen, kann man mischen; sie sondern sich aber ohne Beihilfe, sobald dem Gemisch entsprechend lange Ruhe gegönnt wird, nach ihrem Einheitsgewicht. Ein Gemisch von Wasser und Öl bedarf nur kurze Zeit für die Sonderung, während das Fett der Milch oft erst nach mehreren Tagen der Ruhe über den schwereren Teilen derselben sich abgeschieden hat.

Die für die vorliegende Sonderungsart wirksamen Kräfte lassen sich leicht verfolgen. In der Höhe h unter dem Flüssigkeitsspiegel befinden sich zwei

[1]) D. p. J. 1887, **263**, 590.
[2]) Seguier, Münzwage: Polyt. Centralbl. 1858, S. 1533 m. Abb. Seyss' Münzwage: D. p. J. 1872, **203**, 241; 1874, **213**, 279 m. Abb.

räumlich gleich grosse Gemengteile a_1 und a_2, Fig. 507, deren Einheitsgewicht γ_1 und γ_2 sei; insbesondere sei $\gamma_1 < \gamma_2$. Die gesamte Flüssigkeit besteht aus Gemengteilen, die für 1 *cbcm* γ_1 bezw. γ_2 *gr* wiegen, dann ist ihr durchschnittliches Einheitsgewicht γ_0 grösser als γ_1, aber kleiner als γ_2.

Über den beiden Gemengteilen a_1 und a_2 wirkt der Druck $h \,.\, \gamma_0$, unter ihnen der andere: $(h + \delta)\ \gamma_0$. Mit der Kraft $(h + \delta)\ \gamma_0 - h \,.\, \gamma_0 = \delta \,.\, \gamma_0$ werden daher a_1 und a_2 getragen.

a_1 wiegt: $\delta \,.\, \gamma_1$, also weniger als die tragende Kraft $\delta \,.\, \gamma_0$; a_2 wiegt: $\delta \,.\, \gamma_2$, oder mehr als $\delta \,.\, \gamma_0$, d. h. a_1 steigt empor, a_2 sinkt nach unten und zwar je unter Einwirkung der Kraft:

$$\delta\ (\gamma_2 - \gamma_0),\ \text{bezw.}\ \delta\ (\gamma_0 - \gamma_1).$$



Fig. 507.

Es ist der Auftrieb, welcher die Sonderung herbeiführt.

Wie aus der soeben gegebenen Erörterung ohne weiteres hervorgeht, lässt sich der Auftrieb unmittelbar auch zur Sonderung fester und flüssiger Stoffe (s. w. u.), wie zur Abscheidung der Körper geringeren Einheitsgewichtes aus Körpersammlungen benutzen. Diejenigen Körper, welche leichter sind, als die sie umgebende Flüssigkeit, werden nach oben gedrängt, während die schwereren nach unten sinken.

So sondert man zuweilen gutes Getreide von tauben Beimengungen, indem man das Gemenge in Wasser wirft. Man hat auch schwerere Flüssigkeiten hergestellt (Gemisch von Chlorzink, dessen Einheitsgewicht 5, mit Chlorbei, dessen Einheitsgewicht 2,4 beträgt)[1]), um sie gegenüber solchen Gemengen, welche durchweg schwerer als Wasser sind, zu verwenden.

In grösserem Umfange wird der Auftrieb zum bereits erwähnten Sondern des Festen vom Flüssigen verwendet, wenn die in der Flüssigkeit schwebenden festen Körperchen ein grösseres Einheitsgewicht haben, als der Flüssigkeit eigen ist. Solange die festen Körperchen einige Dicke haben, gelingt das Absetzenlassen ohne Schwierigkeit. Man hat das Gemenge durch weite Behälter, in welchen die Stromgeschwindigkeit entsprechend gering ist, zu leiten, oder kurze Zeit der Ruhe zu überlassen, um den Zweck zu erreichen. Je geringer aber die Korngrösse ist, um so langsamer findet das Niedersinken der festen Teile statt. Das ist Folge des Umstandes, dass der Widerstand, welchen die festen Körper bei dem Fallen in einer Flüssigkeit finden, im geraden Verhältnis zum Querschnitt derselben, welcher winkelrecht zur Bewegungsrichtung liegt, also im allgemeinen zum Quadrat der Dicke steht, während das Gewicht der Körper mit dem Kubus der Dicke wächst. Es ist aber in gleicher Richtung noch ein zweiter Umstand von bedeutendem Einfluss. Der Festkörper wird (vergl. S. 444), wenn er längere Zeit mit der Luft in Berührung steht, von einer Schicht derselben überdeckt, welche ziemlich fest an ihm haftet. Bei Bestimmung des Auftriebes ist sonach dasjenige Einheitsgewicht zu berücksichtigen, was dem fraglichen Körper einschliesslich der Lufthülle eigen ist. Da nun der Rauminhalt der Lufthülle im Verhältnis zu demjenigen des umschlossenen festen Körpers um so grösser ausfällt, je kleiner der letztere ist, so nähert

[1]) D. p. J. 1880, **237**, 255.

h auch mit der Abnahme der Korngrösse das Einheitsgewicht demıigen der Luft mehr und mehr. Ein ähnliches Verhältnis besteht ischen den im Wasser behandelten Körpern und dem Wasser selbst.

Der angeführte Um- bezw. Übelstand ist zu mindern, bezw. zu beseitigen rch Ballen der einzelnen Körperchen. In diesem Sinne wird staubhaltige ft behufs ihrer Reinigung möglichst angefeuchtet. Die Feuchtigkeit verıngt die vorhandene Gasschicht und vermittelt damit das Zusammenbleiben r gegeneinander stossenden Körperchen. Die Gewinnung der Butter aus der lch (s. w. u.) beruht auch auf der Befähigung der Butterteilchen sich zu llen. So bilden sich grössere Körper, die leichter ausgeschieden werden nnen.

Das Absetzen besonders feinkörniger Stoffe erfolgt also sehr langn; es wird nicht selten verhindert durch mässige Strömungen der üssigkeit, die Nebenumstände, z. B. Temperatur- bezw. Abkühlungsrschiedenheiten herbeiführen.

Sehr feinkörnige Stoffe werden deshalb am besten durch völlige ıhe zum Absetzen gebracht; Abkühlungsverschiedenheiten wie Erıütterungen sind möglichst zu vermeiden.

Das bedingt aber ein ladungsweises Behandeln. Stetiges Arbeiten von manchen durch wiederholte Änderung der Stromgeschwindigkeit gestrebt[1]); der Erfolg dürfte den gehegten Erwartungen nicht entrechen.

Nebenströmungen werden am sichersten, wenn eine Temperaturabhme nicht stattfindet, durch senkrechtes Emporführen der Flüssigkeit rmieden. Wählt man zu diesem Emporführen eine Geschwindigkeit, ılche kleiner ist als die Fallgeschwindigkeit der Körnchen, so wird s stetige Arbeiten ohne weiteres möglich. Da fast immer neben den ır feinen Körnern auch dickere vorkommen, so fördern diese die Abgerung, indem sie einen Teil ihrer kleineren Genossen mit sich reissen. ın gewinnt also durch das vorliegende Verfahren nebenbei einen Vorng, welcher bei dem gewöhnlichen Absetzen durch Zusatz dickerer, zw. schwererer Körper gewonnen wird[2]).

Gemengteile verschiedenen Einheitsgewichtes, deren Gewicht jedoch össer ist als dasjenige der Flüssigkeit, lassen sich in dieser ebenfalls rch den Auftrieb voneinander sondern.

Heisst das Einheitsgewicht der Flüssigkeit γ_0, dasjenige zweier fester Gemngteile γ_1, bezw. γ_2 und sei $\gamma_0 < \gamma_1 < \gamma_2$, so beträgt der Auftrieb

für $a_1 : (\gamma_0 - \gamma_1)\,\delta$,

derjenige für $a_1 : (\gamma_0 - \gamma_2)\,\delta$

ide Auftriebe sind negativ, d. h. beide Körper a_1 und a_2 sinken nach unten. aber $\gamma_2 > \gamma_1$ ist, so muss a_2 rascher sinken als a_1, jenes sich früher abgern als dieses.

---

[1]) Vergl. D. p. J. 1886, **261**, 19 m. Abb.; 1887, **268**, 331 m. Abb., 333 Abb.

[2]) Roeckner, D. R. P. No. 20882 und 26266.
Rotten: D. R. P. No. 29952 u. 30779; D. p. J. 1885, **256**, 314 m. Abb.
Lutteroth & Co.: D. R. P. No. 34826; D. p. J. 1886, **262**, 123 m. Abb.
Sagasser: D. R. P. No. 36249; D. p. J. 1886, **262**, 124 m. Abb.
Glaser: D. R. P. No. 37276; Zeitschr. f. d. Chem. Ind. 1887, S. 33 Abb.

Die letzte Rechnung setzt wie früher voraus, dass die Dicke δ beider Körper a_1 und a_2 gleich sei. Führt man dieselbe unter Annahme verschiedener Dicken durch, so kommt man zu dem Ergebnisse, dass bei einer gewissen Verschiedenheit der Korngrösse die Verschiedenheit des Auftriebes, bezw. der Kräfte, mittels welcher die Körner nach unten getrieben werden, trotz verschiedenen Einheitsgewichtes verschwindet. Man nennt alsdann die Körper gleichfällig. Während die Körper in der Flüssigkeit niedersinken, haben sie einen Widerstand zu überwinden, welcher, wie bereits erwähnt, unter sonst gleichen Umständen in geradem Verhältnis zu den Querschnitten der von ihnen beschriebenen Wege oder dem Quadrat ihrer Dicke steht (S. 502).

Aus diesem und dem vorhin erwähnten Grunde gelingt das vorliegende Sonderungsverfahren nur bei möglichst gleicher Korngrösse und Gestalt. In der Regel hat ihm daher eine Sonderung nach der Dicke, unter Umständen auch nach der Gestalt voranzugehen.

Beispiele für die Anwendung des Setzens sind folgende:

Die Gewinnung der Stärke erfolgt durch Zerkleinerung der Rohstoffe (Kartoffeln, Weizen, Reis), wodurch die Stärkekörnchen von ihren Faserhüllen gelöst werden und hierauf folgende Sonderung. Der letzteren dienen (namentlich bei der Kartoffelstärkegewinnung) häufig zunächst entsprechend feine Siebe; das Setzen aber besorgt die schliessliche Scheidung der Stärkemehlkörner von den Fasern. Zu dem Ende wird das Gemenge mit Wasser sorgfältig aufgerührt und dann der Ruhe überlassen. Auf dem Boden sammeln sich zunächst schwere Verunreinigungen (Sand u. dergl.), hierüber lagert sich die Stärke und zu oberst endlich bildet sich eine Faserschicht. Aus bereits angegebenen Gründen ist die hierdurch erzielte Sonderung keine vollkommene. Man beseitigt daher die obere und untere Schicht, welche etwas demnächst als geringwertige Ware zu gewinnende Stärke enthält, mittels eines Messers, und behandelt das übrige wiederholt durch Aufrühren und Setzen u. s. w. Auf die Erörterung gewisser nützlicher Kunstgriffe kann ich mich hier nicht einlassen[1]).

Die Wirkung des Setzens kann auch ohne den Auftrieb einer Flüssigkeit herbeigeführt werden. Offenbar sind die Gesetze der Druckverteilung in einem trocknen Körpergemenge die gleichen, wie in einer Flüssigkeit (S. 502). Nur vermag der aus der Verschiedenheit der Einheitsgewichte sich ergebende Auftrieb für gewöhnlich die beträchtlichen Reibungswiderstände nicht zu überwinden. Bringt man aber durch irgend ein Mittel eine gegenseitige Verschiebung der Gemengteilchen hervor, so macht sich der Auftrieb sofort geltend (S. 148), so sinken die schwereren Teile nach unten, die leichteren nach oben drängend.

Die Wirkung erkennt man sofort, wenn man unreines Getreide, oder den Inhalt einer Putztrommel oder andere derartige Gemenge, deren Bestandteile verschiedenes Einheitsgewicht besitzen in einem Gefäss, schüttelt. Das Leichtere lagert sich über dem Schwereren derartig ab, dass es abgeschöpft werden kann.

Hignette's Steinausleser arbeitet selbstthätig. Ein flaches Becken, welches Fig. 508 in senkrechtem Schnitt, Fig. 509 im Grundriss darstellt, ist so aufgehängt oder gestützt, dass es in der Richtung des Doppelpfeiles *a*, Fig. 509, wagerecht geschüttelt werden kann. Sein Boden ist nach links um $^1/_{200}$ bis $^1/_{100}$ geneigt; an ihn schliesst sich eine Kammer *b* mit Ausflussöffnung *c*. Auf dem Boden sind dreieckige Klötze *d* befestigt, welche mit dem Rande des Beckens gleiche Höhe haben; dann findet sich weiter rechts eine durchbrochene

---

[1]) Über Stärkegewinnung: v. Wagner, Stärkefabr. Braunschweig 1886, S. 155 m. Abb., S. 273 m. Abb.

Scheidewand *e*, endlich ist der ganz rechts belegene Aussenrand etwas niedriger als der übrige Rand.

Man bringt Getreide, Knochenschrot oder dergl., welche mit schweren Verunreinigungen behaftet sind, in das Becken und schüttelt dasselbe in der bereits angegebenen Richtung so kräftig, dass auch die den Boden des Beckens

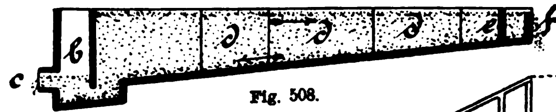


Fig. 508.

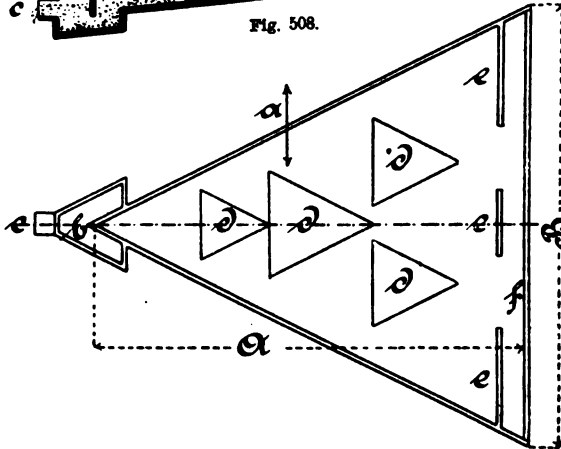


Fig. 509.

berührenden Gemengteile nennenswerte Verschiebungen erleiden. Infolgedessen sinken zunächst die schwereren Gemengteile zu Boden. Gleichzeitig tritt aber eine zweite Erscheinung ein. Vermöge des lebhaften Schüttelns werden die oben liegenden Gemengteile durch die Seitenflächen des Randes und der Klötze *d* so stark hin und her geschleudert, dass sie winkelrecht von diesen Flächen abgestossen werden und sprungweise nach rechts sich bewegen, die Öffnungen der Wand *e* durchschlüpfen und schliesslich über den Rand *f* hinwegfallen. Was am Boden liegt, erleidet, vermöge der grossen Reibung, nur geringe Verschiebungen, die Schräglage der oben so wirksamen Flächen von *d* u. s. w. vermag hier nicht thätig zu sein. Wohl aber gleiten die unten liegenden Gemengteile, dem Gefälle des Schalenbodens folgend, langsam nach links, fallen in die Kammer *b* und fliessen durch *c* ab. Den letzt bezeichneten Weg schlagen also sämtliche Teile ein, welche den Boden der Schale unmittelbar berühren, oder doch in seiner Nähe sich befinden. In die Kammer *b* sinken aber zunächst wieder nur die schwereren Gemengteile. Würden von diesen zu wenige herankommen, um die leichteren vom Eintritt in die Kammer *b* abzuhalten, so würden auch leichtere Teile bei *c* abfliessen. Das hindert man durch Drosselung des Abflusses, mittels eines Schiebers oder dergl.

Die Abmessungen *A*, Fig. 509, schwanken meistens zwischen 2,6 *m* und 4,2 *m*, *B* zwischen 1,8 *m* und 3,2 *m*. Die Schale erfährt minutlich 120 bis 80 Spiele und bearbeitet für 1 *qm* Fläche stündlich etwa 0,05 *cbm* Gemenge.

Etwas verwickelter ist der Vorgang des Setzens bei den sogenannten Setzmaschinen. Hier wird eine Flüssigkeit (Luft oder Wasser) gegen das Gemege getrieben, zunächst um durch die entstehende gegensätzliche Verschiebung der Teile den Auftrieb der Gemengteile wirksam

zu machen, gleichzeitig aber auch, um die ausspülende Wirkung des Stromes zu benutzen. Es paaren sich bei den Setzmaschinen also zwei Wirkungen.

Das Hand-Setzsieb, Fig. 510, besteht aus einem Rahmen mit Siebboden; es ist an *a* nachgiebig aufgehängt, so dass es ohne grosse Mühe in das Wasser *b* niedergestossen werden kann. Die Löcher des Siebbodens sollen von dem zu sondernden Gemenge in der Regel nichts hindurchfallen, aber das Wasser in einiger Menge ein- und austreten lassen. Drückt man nun das Sieb rasch in das Wasser hinein, so strömt letzteres in zahlreichen Strahlen in das Gemenge, erleichtert dessen Verschiebung dadurch, dass das Gewicht der Gemengteile um das Wassergewicht gleicher Räume vermindert wird, und die Reibung durch das Wasser abnimmt und bewirkt sie durch die rasche Wasserbewegung. Gleichzeitig aber werden durch den Stoss der Wasserstrahlen die Gemengteile geringeren Einheitsgewichtes mehr gehoben, als die schwereren, so dass das Senken der schwereren und Emporsteigen der leichteren Gemengteile lebhafte Förderung erfährt.

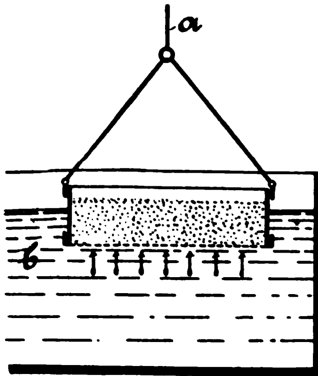


Fig. 510.

Das Wesen der Wirkungsweise dieses Setzsiebes, welches von Paul Grommenstetter aus Schwatz in Tirol gegen 1500 erfunden und 1519 in Joachimsthal eingeführt wurde, deckt sich mit demjenigen der Nass-Sieb-Setzmaschine. Fig. 511 und 512 sind senkrechte Schnitte einer solchen.

Der Querschnitt, Fig. 511, lässt einen Kasten erkennen, welcher durch eine Mittelwand in zwei Teile zerlegt ist, die unten miteinander in freier Verbindung stehen. Im links belegenen Teil spielt ein Kolben *k* senkrecht (minutlich 25 bis 100 mal) auf und nieder, und versetzt dadurch den Wasserinhalt

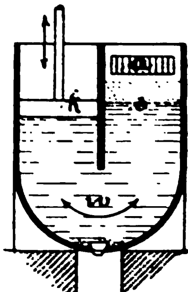


Fig. 511.

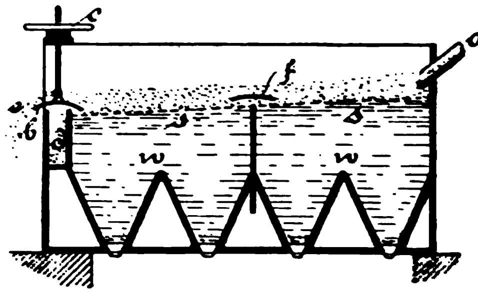


Fig. 512.

des Kastens in Schwingungen, so dass das Wasser zeitweise mit Lebhaftigkeit durch die Öffnungen des festen Siebes *s* nach oben strömt, zeitweise zurücktritt. Die Wasserstrahlen bringen die w. o. erörterten Wirkungen hervor. Wie aus dem Längenschnitt, Fig. 512, ersichtlich ist, hat das Sieb *s* ein gewisses Gefälle. Das in Bearbeitung befindliche Gemenge bewegt sich deshalb bei jedem Stoss um einen, allerdings sehr kleinen Schritt in der Richtung nach links. An der Einwurfsstelle *a* ist das Arbeitsgut vollständig gemengt, während seines Fortschreitens über das Sieb erfolgt die Sonderung, so dass am unteren Ende des Siebes die Gruppenbildung vollzogen ist. Um nun sowohl die schwereren, als

tigen Erze, wie die aus taubem Gestein bestehende obere Schicht je für sich abfliessen zu lassen, ist eine mittels des Handrades *c* senkrecht einstellbare Platte *b* angebracht, deren Rand an der Berührungsstelle beider Schichten liegen soll, so dass das Schwere ausschliesslich durch die Lutte *d*, das leichtere bei *e* über die Platte *e* hinweg gleitet. Das Blech *f* hat vorher schon der Abscheidung beider Schichten gedient.

Die in Fig. 512 unter dem Siebe *s* angedeuteten Trichter sollen der bequemen Abfuhr derjenigen kleinkörnigen Teile, welche durch das Sieb fallen, dienen.

Bei dem Setzen verhältnismässig feinkörniger Gemenge pflegt man auf dem dann meistens trichterförmig gestalteten Setzsieb ein Bett aus groben, schweren, womöglich schieferigen Stücken anzubringen, um das Hindurchfallen des Gutes entsprechend zu beschränken, ohne Anwendung besonders kleinlöcheriger Siebe, welche nur geringe Dauer haben würden.

Sowohl die Fortbewegung als auch die dem Austragen dienenden Vorrichtungen der Setzmaschinen sind mannigfach gestaltet[1]), je nach den Nebenumständen.

In derselben Weise wie das Wasser kann auch eine andere Flüssigkeit für das Siebsetzen verwendet werden. Als genügend billig ist die Luft[2]) zu erwähnen. Ihres geringen Einheitsgewichtes halber dürfte sie aber nur für leichte Stoffe nützlich zu verwenden sein.

Man findet sie im Gebrauch bei dem Sondern der Kleienteile von feinen Griesen. Indem man dieses Gemenge auf einem Flachsiebe behandelt, bewirken die Schüttelungen desselben schon eine Schichtung nach dem Einheitsgewicht[3]); ein Lufstrom, welcher durch die Öffnungen der Siebfläche eintritt, unterstützt die schichtenweise Absonderung lebhaft[4]), so dass auf der Siebfläche nur der Gries ruht, und letzterer seitens der Kleie beim Aufsuchen der Sieblöcher nicht gestört wird.

b. Eine zweite Gruppe der hierher gehörigen Sonderungsverfahren schliesst sich dem zuletzt angeführten Beispiel unmittelbar an: durch Steigerung der Stärke des Luftstromes ist man im stande, einen gewissen Teil der Kleie aus dem Gemenge spülen und fortführen zu lassen.

In Childs' Griesputzmaschine[5]) tritt dieses Verfahren so deutlich auf, dass ich für gut halte, die Einrichtung derselben durch Fig. 513 zu versinnlichen. *d* sind Seidengaze-Flachsiebe, deren Feinheit in der Richtung nach links stufenweise abnimmt. Die Siebe liegen in einem auf den Rollen *p* ruhenden Rahmen, welcher durch das Daumenrad *g* in seiner Längenrichtung geschüttelt wird. Die abgesiebten Grieskörner fallen in die Trichter *f* und die Speisewalze *e* sorgt für die regelmässige Zufuhr des Gemenges.

Der Siebrahmen ist nun möglichst dicht von einem Kasten umschlossen, aus dem das Flügelrad *a* Luft saugt, welche nur durch die Siebflächen und das sie bedeckende Gemenge heranströmen kann. Um nun die Wirkung des Luftstromes auf die Siebflächen gleichmässig verteilen zu können, ist der Saugkanal *b* mit dem Raum *c* nur durch die einstellbaren Klappenöffnungen *k* verbunden. Eine Klappe mit Hebel *l* dient zur selbstthätigen Regelung der Windstärke, und Fenster in den Seitenwandungen ermöglichen die Beobachtung des Vorganges[6]).

---

[1]) D. p. J. 1875, **217**, 374 m. Abb.; 1876, **219**, 510 m. Abb.; 1878, **228**, 231 m. Abb.; 1879, **231**, 132 m. Abb., 253 m. Abb., 511 m. Abb.; 1880, **235**, 259 m. Abb., **236**, 366 m. Abb.; 1881, **242**, 176 m. Abb.; 1885, **256**, 248 m. Abb. Vergl. auch die w. u. angezogenen Werke über die Aufbereitung der Erze.

[2]) D. p. J. 1881, **239**, 184 m. Abb.; 1883, **250**, 301 m. Abb.

[3]) Mitt. d. Gewerbevereins f. Hann. 1863, S. 105 m. Abb.

[4]) Rühlmann, Allgem. Maschinenlehre, 2. Aufl., Bd. 2, S. 140 m. Abb.

[5]) D. p. J. 1877, **223**, 468 m. Abb.; 1886, **260**, 146 m. Abb.

[6]) Vergl. auch Whitemore's Griesputzmaschine, D. p. J. 1878, **227**, 32 m. Abb.

Die Wirkungsweise der beschriebenen Maschine besteht ausser dem Ausspülen und Forttragen des leicht genug Befundenen in einem Abwägen des letzteren über den Sieben. Manches Teilchen ist der Luftgeschwindigkeit, welche wegen dem kleinen Querschnitt innerhalb des zu bearbeitenden Gemenges bedeutend ist, nicht gewachsen; es wird mit

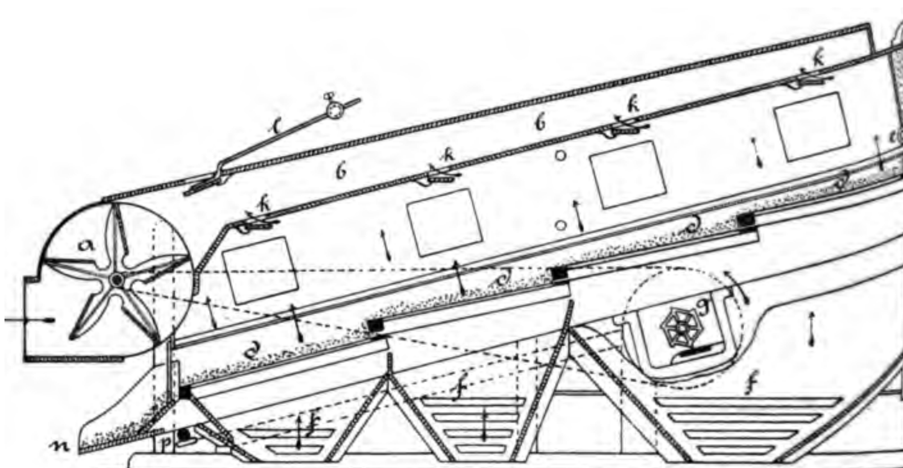


Fig. 513.

fortgerissen. Innerhalb des Raumes *c* herrscht aber eine geringe und gleichförmige nach oben gerichtete Geschwindigkeit, welche jedem Teilchen volle Gerechtigkeit widerfahren lässt, so dass hier erst die endgültige Prüfung stattfindet.

Bedingungsweise gehört hierher auch Moodie's Sonderungsmaschine[1]) wie von Sparre's Centrifugalherd. [2])

Manche Sonderungsvorrichtungen sind einfacher. Sie begnügen sich entweder mit dem Ausspülen (s. w. u.) oder mit dem Abwägen im senkrecht nach oben gerichteten Strome.

Als Beispiel diene die durch Fig. 514 im senkrechten Schnitt dargestellte Getreide-Wägemaschine (Tarare american). Das Sichtegut ist zunächst auf einem doppelten Sieb behandelt, um gleiche Korngrösse zu erhalten. Es fällt von dort in den Schacht *a*, und weiter in den Schacht *b*. Bei *d* wird die Luft abgesaugt, welche nur durch *c* (und in kleiner Menge durch *a*) einzutreten vermag. Es begegnet daher das niederfallende Gemenge in *b* dem aufsteigenden Luftstrom. Die guten, vollwichtigen Körner überwinden den Luftdruck und fallen bei *c* aus, die unbedingt zu leichten werden emporgerissen und fallen entweder in den Raum *e*, oder begleiten den Luftstrom noch weiter. Diejenigen Körner dagegen, deren Einheitsgewicht nahezu demjenigen der vollwichtigen gleicht, bewegen sich (was durch in den Wänden des Schachtes *b* angebrachte Fenster beobachtet werden kann) oft mehrfach auf und nieder,

---

[1]) D. p. J. 1887, **266**, 32 m. Abb.
[2]) Sparre, Separationssystem, Eisleben 1856.

s über ihre Zugehörigkeit zu einer der beiden zu bildenden Gruppen enthieden ist.[1])

Bei Millot's Griesputzmaschine[2]) wird dieses Abwägen mehrfach wiederholt.

Schwerere Körper, die man netzen darf, erden ähnlich im senkrechten Wasserstrome handelt.[3])

Das einfache Ausspülen findet man ich behufs Sonderung nach dem Einitsgewicht beim Austragen angewendet . 501). Ausgedehnter ist seine Anendung beim Sondern der Erze.

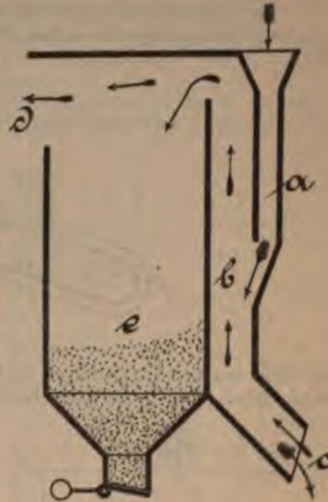


Fig. 514.

Die hierzu dienenden Einrichtungen issen Herde. Fig. 515 stellt einen Rund- erd in Ansicht dar. Derselbe besteht aus nem niedrigen Kegel *b*, welcher ringsum it einer Abflussrinne versehen ist. Seine itze krönt meistens eine Schale, welche zur eruhigung und Verteilung des durch die öhre *a* einfliessenden Wassers dient. Das chtegut wird in gleichförmiger Schicht auf r Oberfläche des Herdes ausgebreitet, oft, dem man es mit Wasser gemengt hat, durch e Röhre *a* zuführt. Nunmehr lässt man asser durch *a* einfliessen, welches das taube stein in die Rinne hinabspült, während das ltige, schwere Erz gleicher Korngrösse dem prall des Wasserstromes widersteht. Die eichmässigkeit der Wirkung wird gefördert durch Besen oder andere umhrende Gegenstände, die man im Kreise über die Gemengeschicht führt und elche alle Teile derselben der Einwirkung des Wassers preisgeben. Nachdem

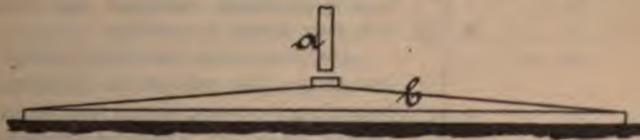


Fig. 515.

les Unterwertige hinweggespült ist, entfernt man das gereinigte Erz, oft durch nen entsprechend kräftigen Wasserstrom. Die Rundherde werden auch drehr und mehrgeschossig gebaut[4]), um in kleinem Raum und mit wenig Arbeitsn möglichst viel zu leisten.

Der Wirkungsweise nach gleicht dem Rundherde der steigende Herd, n dem Fig. 516 ein Bild ist. Über zwei verschieden hoch gelagerte wagechte Walzen ist ein endloses Tuch *a* gespannt, dessen obere Hälfte, der Drehhtung der Walzen folgend, emporsteigt. Nahe dem oberen Rande der ge-

[1]) Vergl. auch D. p. J. 1886, **259**, 203 m. Abb.

[2]) D. p. J. 1879, **231**, 304 m. Abb.

[3]) D. p. J. 1879, **234**, 101 m. Abb.; 1880, **237**, 23 m. Abb.; 1886, **262**, m. Abb.

Vergl. auch die Spitzlutte in den w. u. angez. Werken über Aufreitung der Erze.

[4]) D. p. J. 1875, **218**, 495 m. Abb., 1882, **243**, 465 m. Abb.
Z. d. V. d. I. 1882, S. 84 m. Abb.

neigten Ebene, bei t, lässt man das Gemenge fallen und führt noch weiter oben, vielleicht mittels einer gelochten Röhre b, Wasser auf die Fläche. Letzteres spült die leichten Bestandteile des Gemenges nach unten fort, während die schwereren durch das Tuch über die obere Walze hinweg abgeworfen werden[1].

Bei dem Salzburger Stossherd wird die dem Wasserstrom entgegengesetzte Bewegung des schweren Gutes durch Massenwirkung hervorgebracht,

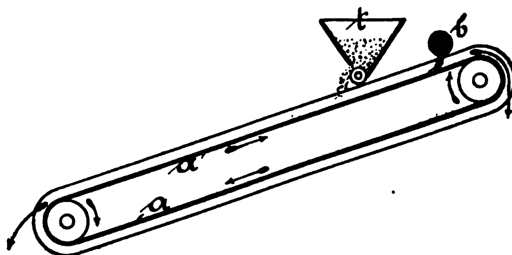


Fig. 516.

ähnlich wie bei Flachsieben (S. 494). Der ein wenig geneigte Tisch t, Fig. 517, wird durch ein Daumenrad in der Pfeilrichtung 1 verschoben, sobald aber der Daumen von der betreffenden Zunge abgleitet durch eine Feder in der Pfeilrichtung 2 zurückgezogen, bis ein an ihm angebrachter Buffer b gegen einen festen Buffer stösst. Vermöge der Trägheit ihrer Masse gleiten die auf t liegenden Körper bei dem Stoss in der Pfeilrichtung 2. Man lässt nun das zu sondernde Gemenge und ausserdem das zum Ausspülen dienende Wasser über den Rand $c\,d$ auf den Tisch t fliessen. Dem letztern gelingt, das taube Gestein mit sich fortzureissen, während das schwere Gut sich dem Rande $c\,d$ nähert.

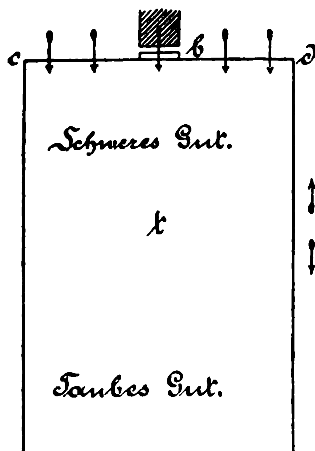


Fig. 517.

Der Umstand, dass durch einen Flüssigkeitsstrom die schwereren Körper weniger beeinflusst werden, als die leichteren gleicher Grösse, wird zu Sonderungszwecken auch in der Weise benutzt, dass man die Wurfbahn der Gemengteile durch den Flüssigkeitsstrom ablenken lässt.

Ein auf der schiefen Ebene a, Fig. 518, herabgleitender Körper würde, von dem Augenblicke an, in welchem er diese Ebene verlässt, in einem Parabelbogen, vielleicht längs der ausgezogenen Linie 1 nach unten fallen, wenn er unbeeinflusst bliebe. Unter der Einwirkung eines von der Seite die Wurfbahn treffenden Stromes wird aber der Körper von diesem Wege abgelenkt, und zwar in bezug auf Figur 518 bei gleicher Stromstärke um so mehr nach links, je geringer sein Einheitsgewicht ist. Ein Gemenge zerlegt sich hiernach in mehrere Bündel, die in entsprechender Tiefe einzeln aufgefangen werden können.

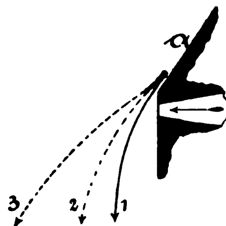


Fig. 518.

Es ist fast ausschliesslich die Luft, welche im vorliegenden Sinne für den

[1]) Vergl. Luftbetrieb: D. p. J. 1881, 242, 272 m. Abb.

Strom verwendet wird. Man zerlegt auf dem angegebenen Wege die Gemenge vielfach nur in zwei Gruppen, zuweilen aber auch in mehrere[1]).

Dieselbe Wirkung kann natürlich auch in ruhiger Luft hervorgebracht werden, indem man das Gemenge in vorwiegend wagerechter Richtung wirft, ein Verfahren, welches in kleineren Landwirtschaften zur Sonderung des durch Dreschen gewonnenen Gemenges in Hülsen (sie fallen zunächst zu Boden) geringeres und besseres Getreide im Gebrauch ist. Beigemengte Steine fliegen noch über das Gebiet des besten Getreides hinweg.

Bei dem Rittinger'schen Stossherd wird der um 3 bis 6° geneigte Tisch *t*, Fig. 519, am oberen Rande *a b* beschickt, und zwar oben links, in bezug auf die Figur, mit dem zu sondernden Gut, allgemein mit dem Spülwasser. Den Tisch bewegt ein Daumenrad in der Pfeilrichtung 1; eine Feder schnellt ihn in der Pfeilrichtung 2 zurück, so dass die Buffer bei *e* entsprechend heftig zusammenstossen und das Gut infolgedessen auf dem Tisch *t* nach rechts gleitet. Das über den Tisch vom Rande *a b* zum unteren Rande *c d* fliessende Wasser lenkt diese Bewegungsrichtung ab, und zwar bei dem schweren Gut weniger als bei dem leichteren, so dass in die unter *c d* angebrachten Trichter die nach ihrem Einheitsgewicht gesonderten Gruppen fallen.

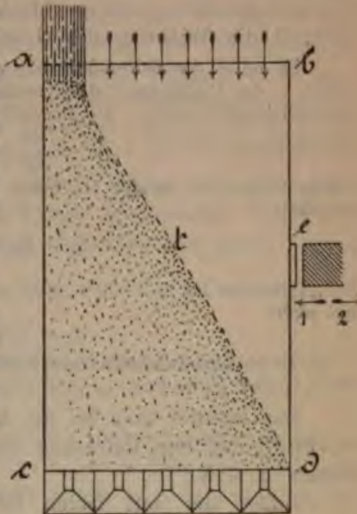


Fig. 519.

Der Übersichtlichkeit halber ist bei den vorliegenden Sonderungsverfahren vorausgesetzt, dass das Gemenge entweder von vornherein gleiche Korngrösse besitzt, oder zunächst nach der Grösse gesondert worden ist.

Vergleicht man die Erörterungen, welche gewisse Sonderungsverfahren auf Grund verschiedener Grösse zu erklären bestimmt waren (S. 499), mit den Erläuterungen der vorliegenden Sonderungsverfahren, so findet man, dass die den Widerstand der Körner in einer Flüssigkeit benutzenden Einrichtungen sowohl auf Grund verschiedener Grösse (bei gleichem Einheitsgewichte) als auch auch auf Grund verschiedenem Einheitsgewichtes (bei gleicher Korngrösse) zu sondern vermögen. Man kommt aber auch bald zu dem w. o. bereits hervorgehobenen Schluss, dass eine sorgfältige Sichtung der Gemenge nur unter Berücksichtigung der eingeklammerten Vorbedingungen erwartet werden kann.

In manchen Fällen verzichtet man aus äusseren Gründen auf eine vollständige Sichtung und spart die andernfalls erforderliche Sonderung in der zweiten Richtung. Es gelingt das vielfach unter Benutzung gewisser Kunstgriffe, auf die ich hier nicht einzugehen vermag. Die

[1]) Griesputzmaschinen: D. p. J. 1877, **223**, 470 m. Abb.; 1879, **231**, S. 303 m. Abb.; 1881, **242**, 268 m. Abb.
Wochenschr. d. V. d. I. 1882, S. 308 m. Abb., S. 352 m. Abb.
Rühlmann, Allgem. Maschinenlehre, 2. Aufl., Bd. 2.
Kick, Mehlfabrik., 2. Aufl.
Anderen Zwecken dienend: D. p. J. 1885, **255**, 26 m. Abb., **256**, 115.

meisten Schwierigkeiten bieten alsdann die sogenannten **gleichfälligen** Körner, d. h. solche, welche verschiedenes Einheitsgewicht besitzen, gleichzeitig aber auch verschiedene Grösse und zwar derart, dass sie sich dem Flüssigkeitsstrom gegenüber gleichartig verhalten.

c. Die Sonderung verschieden schwerer Flüssigkeiten, wie auch fester, mit einer Flüssigkeit gemischter Körper durch **Absetzen** verläuft, aus den S. 502 angegebenen Gründen, oft sehr träge. Lange Zeiträume, mehrere Tage oft sind für die Abscheidung erforderlich.

Wenn man derartige Gemenge rasch im Kreise dreht, also ihre Bewegungsrichtung stetig ablenkt, so vervielfacht die auftretende Schleuderkraft die Wirkung des Gewichtsunterschiedes.

Es sei S die Schleuderkraft eines Teilchens, m dessen Masse, G das Gewicht, r der Halbmesser des Kreises, in welchem es sich bewegt, w die Winkelgeschwindigkeit und g die Beschleunigung des freien Falles (9,81 m). Alsdann ist allgemein $S = m \cdot r \cdot w^2 = \frac{G}{g} r w^2$, sonach der Unterschied der Schleuderkräfte S_1 und S_2 zweier G_1 bezw. G_2 schwerer Teile, bei sonst gleichen Umständen:

$$S_1 - S_2 = (G_1 - G_2) \cdot \frac{r \cdot w^2}{g}$$

Beispielsweise sei $w = 30\,\pi$ (900 minutl. Umdr.) und $r = 0{,}4\ m$; dann berechnet sich:

$$S_1 - S_2 = (G_1 - G_2) \cdot 362{,}5$$

d. h. **der Gewichtsunterschied wird durch die Drehung auf das 362,5fache gehoben.**

Das benutzt man bei der Absonderung des **Rahms** von der **Magermilch**[1]), bei der Befreiung der Stärkekörner von den sie begleitenden Fasern u. s. w.[2])

Indem der mit festen Körperchen behaftete Flüssigkeitsstrom zu einer erheblichen Ablenkung seiner Bewegungsrichtung gezwungen wird, veranlasst die bogenförmige Bewegung das Auftreten der Schleuderkraft, die schwereren Teile entfernen sich von dem Mittelpunkte der Drehbewegung und können an der Aussenseite des krummen Stromes durch geeignete Mittel abgefangen werden[3]).

Werner Siemens hat im Jahre 1872 das Absondern der Funken, bezw. des Russes vom Rauch unter Zuhilfenahme der Schleuderkraft in

---

[1]) Wochenschr. d. V. d. I. 1882, S. 41 m. Abb.; S. 187 m. Abb.
Z. d. V. d. I. 1886, S. 460 m. Abb., S. 681 m. Abb.; 1887, S. 889 m. Abb.
D. p. J. 1887, **263**, 512 m. Abb.
Iron, Jan. 1882, S. 21 m. Abb.
The Engineer, Nov. 1883, S. 414 m. Abb.
Portef. économ. d. mach. 1883, S. 74 m. g. Abb.
Revue industr. April 1884, S. 134 m. Abb.
Uhland's techn. Rundschau, 1887, S. 343 m. Abb.

[2]) D. p. J. 1882, **243**, 308 m. Abb.; 1885, **257**, 281 m. Abb.

[3]) Vergl. die älteren Funkenfänger; ferner Staubfänger von Ortmann, Taylor u. Urban: D. R. P. No. 28964. Z. d. V. d. I. 1884, S. 965 m. Abb. Auch einige Wasserabscheider benutzen die erwähnte Thatsache.

anderer Weise erreicht [1]). Derselbe hat nämlich dem Rauch einen schraubenförmigen Weg angewiesen.

Der aus Eisenblech gefertigte Schornsteinteil enthält eine blecherne Schraube, die von einem geschlossenen Hohlraum umgeben ist. In der Aussenwand der Hohlschraube befinden sich Öffnungen, durch welche die durch die Schleuderkraft nach aussen getriebenen Funken, bezw. Russteile in den erwähnten Hohlraum entweichen und sich dort ablagern.

Durch Schomburg, bezw. Petzold ist die Anordnung geändert [2]).

Die rechnerische Verfolgung des Sonders mittels des Widerstandes, welchen das Gemenge in einer Flüssigkeit findet, ist zuerst gründlicher von v. Sparre und v. d. Borne in Angriff genommen [3]). Sie ist ausführlich behandelt von Rittinger [4]). Man findet in der letztgenannten Quelle gute Abbildungen und Beschreibungen der verschiedenen Sonderungseinrichtungen, bezw. Maschinen, soweit sie bei der Bearbeitung der Erze in Frage kommen. Für das Studium der erwähnten Maschinen sind noch die unten verzeichneten Quellen empfehlenswert [5]).

Ich habe mich nicht entschliessen können, die w. o. angezogenen Theorien hier aufzunehmen, weil die in Frage kommenden Wertziffern noch zu unsicher sind, um mit Hilfe der Rechnung allgemein gültige Ergebnisse zu erhalten.

4. Das Verhalten der Teile gegenüber magnetischer Einwirkung ist verschieden.

Das Verwendungsgebiet der vorliegenden Sonderungsverfahren ist naturgemäss ein sehr beschränktes. Werden doch fast nur das Eisen und einige seiner Verbindungen in höherem Grade von dem Magnet angezogen.

a. Die Aussonderung des Eisens u. s. w. findet meistens statt, indem man Magnete (gewöhnliche oder Elektromagnete) mit dem Gemenge in Berührung bringt, wobei sie sich mit dem Eisen beladen, erstere dann fortbewegt, um sie an anderem Orte von dem Eisen zu befreien. Letzteres geschieht durch Abbürsten oder Abstreifen, und bei den Elektromagneten durch Unterbrechung des Stromes. Die Einrichtungen sind, Nebenanforderungen entsprechend, mannigfaltiger Art [6]). Kommen ver-

[1]) D. p. J. 1874, **211**, 420 m. Abb.
[2]) D. R. P. No. 6960 u. 13169.
[3]) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenwesen in Preussen 1857.
Bergwerksfreund, Bd. 21 u. 22, 1858 u. 1859.
v. Sparre: Zur Theorie der Separation, Oberhausen 1869.
[4]) Lehrbuch der Aufbereitungskunde, Berlin 1867, 1870, 1873 m. s. g. Abb.
[5]) Separationssystem des Bergm. v. Sparre, Eisleben 1856 m. Abb.
Gätzschmann, Aufbereitung, Leipzig 1864 bis 1872 m. Abb.
Linkenbach, Aufbereitung, Berlin 1887 m. Abb.
[6]) D. p. J. 1848, **109**, 44 m. Abb.; 1861, **161**, 256 m. Abb.; 1870, **197**, 16 m. Abb.; 1877, **224**, 602 m. Abb.; 1881, **242**, 271 m. Abb.; 1884, **253**, 32 m. Abb.; 1885, **257**, 16 m. Abb.; 1886, **259**, 23 m. Abb.; 1887, **263**, 185 m. Abb.
Z. d. V. d. I. 1881, S. 283 m. Abb.; 1884, S. 463 m. Abb.

unreinigende Eisenteile in nur ganz geringer Menge vor, so legt man Magnete in die Sohle der das Gemenge führenden Gosse und beseitigt die haften gebliebenen Teile gelegentlich mittels der Hand [1]).

Geriebenes Hartgummi zieht leichte Körper an. Man hat nun vorgeschlagen, Hartgummiwalzen an Wolle sich reiben und über einem, Gries und Kleie enthaltenden Siebe sich drehen zu lassen. Die feinen Kleienteile werden angezogen, mitgenommen und später abgestreift [2]).

b. Starke Magnete sind im stande Eisenspäne oder eisenhaltige Körner von ihrer Wurflinie abzulenken, so dass durch erstere das in einem Strom herabfallende Gemenge gespalten wird und getrennt aufgefangen werden kann [3]).

5. Der Zusammenhang, bezw. die Festigkeit der Körper ist verschieden.

a. Ein umfangreicher Teil der Zerkleinerungsarbeiten hat in erster Linie oder ausschliesslich den Zweck, dem Sondern zu dienen, indem die mürberen Teile bei gleicher Behandlung in höherem Grade zertrümmert werden, als die weniger mürben, sonach durch folgendes Sieben oder andere Sonderungsverfahren von letzteren abscheidbar sind.

Der grundlegende Gedanke dieses Sonderungsverfahrens ist so durchsichtig, dass an dieser Stelle genügen dürfte, mit wenigen Worten die massgebenden Gesichtspunkte für die Durchführung desselben zum Ausdruck zu bringen.

Zunächst ist die gleiche Behandlung der Körper, richtiger Inanspruchnahme der Festigkeit derselben unbedingtes Erfordernis für das Gelingen des Sonderns. Die Wahl des Zerkleinerungsverfahrens muss daher mit aller Sorgfalt mit Rücksicht auf diesen Umstand stattfinden.

Hierbei spielt das Zuteilen des Zerkleinerungsgutes wie das Austragen desselben eine beachtenswerte Rolle. Beide Arbeiten sind, wenn es sich um möglichste Gleichartigkeit der Beanspruchung bei der Zerkleinerung handelt, so zu regeln, dass jeder Körper der Sammlung den Zerkleinerungswerkzeugen in gleicher Art dargeboten wird. Oft beginnt die Sonderung nach der Grösse, bezw. dem Einheitsgewicht, schon mit dem Austragen.

Endlich ist die Schonung des Festigkeitsunterschiedes von Bedeutung; unter Umständen entschliesst man sich sogar durch besondere Vorarbeit zu einer Steigerung desselben. Es kann auch die bildsame Umgestaltung der Teilchen in Frage kommen.

Millot zeigte in der 1878er Pariser Weltausstellung eine Maschine zur Abscheidung des sogenannten Knoblauchs aus dem Getreide. Zwischen

---

Prakt. Masch. Constr. 1883, S. 343 m. Abb.
Revue industr., Jan. 1884, S. 23 m. Abb.
The Engineer, Juli 1886, S. 35 m. Abb.

[1]) Wochenschr. d. V. d. I. 1882, S. 218 m. Abb.
D. R. P. No. 4192 u. 8791.

[2]) Revue industr., Dez. 1881, S. 481 m. Abb.

[3]) Scientific American, Juni 1880, S. 388 mit Schaubild.

Walzenpaaren, deren Oberfläche sehr elastisch ist, wird das Gemenge so gepresst, dass die härteren Getreidekörner unverändert bleiben, die Knoblauch genannten Samen aber platt gedrückt werden. Das so behandelte Gemenge wird unschwer durch einen Luftstrom geschieden.[1])

b. Es schliessen sich die Arbeiten hieran, welche zur Beseitigung an der Oberfläche fester Körper leicht haftender, bezw. leicht zu zertrümmernder Stoffe dienen. Man kann den betreffenden Arbeitsvorgang allgemein Abkratzen nennen. Es dienen ihm scharfe Kanten, welche mit einigem Druck über den zu reinigenden Körper geschoben werden, dabei nur in die weichere, zu beseitigende Schicht, nicht aber in die von dieser zu befreiende Oberfläche dringen, und das Abzusondernde zertrümmern und fortschieben[2]). Solche scharfe und harte Kanten vermögen sich selbstverständlich nicht an etwaige Unregelmässigkeiten der zu reinigenden Oberfläche anzuschmiegen. Sie werden daher nach Umständen durch zahlreiche kleinere, aneinander gereihte, welche auszuweichen vermögen, ersetzt: man verwendet statt einer Kante die Bürste oder den Besen. Je nach der Natur der zu reinigenden Fläche, bezw. des von dieser zu Entfernenden werden die Enden harter Stahldrähte, der Messingdrähte, Schweinsborsten, anderer Tierhaare, Zweige und Pflanzenfasern und dergl. im vorliegenden Sinne verwendet.

Diese Bürsten treffen, weil die Borsten oder dergl. auch seitlich ausweichen, häufig die zu säubernde Oberfläche nicht in genügender Gleichförmigkeit, ja, die Reinigung gelingt trotz wiederholter Anwendung der Bürste nicht in gewünschtem Grade. Man greift dann zum Wischlappen, Putzballen, Putzleder u. s. w., d. h. man führt nachgiebige, der Gestalt der zu behandelnden Fläche sich anschmiegende Gebilde über diese, welche einen solchen seitlichen Zusammenhang besitzen, dass ein Überspringen oder Beiseitelassen einzelner Punkte nicht in Frage kommt.

Die Anziehung zwischen Werkzeug und dem zu Beseitigenden ersetzt hierbei zuweilen die schiebenden Kanten (vergl.: Auslöschen der Bleilinien mittels des Gummis, Abreiben mittels des Brotes u. s. w.).

c. Der zuletzt angedeutete Vorgang, dass nämlich das zu Beseitigende von dem Werkzeug kräftiger als von der zu säubernden Fläche angezogen und vermöge dessen ersteres mit dem Werkzeug, wenigstens vorübergehend, verbunden wird, führt zu einem weiten Feld des Sonderns, nämlich zu dem Waschen und Spülen. Vor näherer Erörterung des eigentlichen Waschens mögen noch einige Übergänge zwischen ihm und dem Abwischen angeführt werden.

Die Bürste, das Wischtuch u. dergl. vermögen in der w. o. angegebenen Weise das zu Beseitigende hinweg zu schieben. Dasselbe wird dabei nach anderen Stellen der zu säubernden Fläche gebracht, woselbst es sich unter geeigneten Umständen wieder festsetzt. Um solche Unannehmlichkeiten zu verhüten, muss die Bürste oder der Besen häufig gereinigt, das Putzleder oder dergl. von dem ihnen anhaftenden Schmutz

[1]) D. p. J, 1879, **231**, 305 m. Abb.

[2]) Maschinen zum Abschaben der Tierhäute: D. R. P. No. 949, 7090, 21266 u. 24824. D. p. J. 1878, **229**, 113 m. Abb.; 1883, **250**, 257 m. Abb.

befreit oder durch neue Stücke ersetzt werden. Letzteres Verfahren führt nun augenscheinlich am sichersten zum Ziele: je grösser die Oberfläche ist, auf welche das zu Beseitigende verteilt wird, um so geringer ist die Gefahr der Zurückgabe desselben an die zu säubernde Fläche. Es wird aber eine recht grosse, aufnahmefähige Oberfläche geboten von einer Sammlung kleiner Trümmer. In diesem Sinne sind bereits die Krümchen wirksam, welche sich bei dem Abreiben mit Brot oder elastischen Gummi bilden, in diesem Sinne verwendet man Lederabfälle, Sand, Putzpulver, Sägemehl, Theeblätter und dergl. Die harten, scharfkantigen Sammelkörper dienen zur Behandlung härterer Stoffe, die weicheren werden da benutzt, wo eine grössere Schonung geboten ist. Alle aber beladen sich mit dem abgehobenen Schmutz, verteilen ihn in sehr dünner Schicht über sich und verhüten hierdurch oder mindern mindestens die Rückgabe desselben an den zu reinigenden Körper.

Der Arbeitsvorgang, welchen man mit Waschen bezeichnet, besteht nun aus zwei Teilen: dem Ablösen, bezw. Zertrümmern und dem Forttragen des zu Beseitigenden, welches kurzweg Schmutz genannt werden mag, unterscheidet sich insofern also nicht von dem Wesen der vorhin erörterten Vorgänge. Er wird aber dadurch gekennzeichnet, dass eine Flüssigkeit, und zwar eine tropfbare Flüssigkeit das Forttragen vermittelt. Sie erfasst die Schmutzteile vermöge des Anhaftens (der Adhäsion). Schäumende Flüssigkeiten bieten den Schmutzteilen grosse Anhaftungsflächen dar, sie zerstreuen dieselben in einem grösseren Raum, so die Gefahr mindernd, dass bereits abgehobene Schmutzteile aufs neue mit dem zu reinigenden Körper sich vereinigen. Solche schäumende Flüssigkeiten (Seifenwasser, Seifenwurzellösung u. s. w.) finden daher beim Waschen ausgedehnteste Anwendung.

Anderseits sind die Flüssigkeiten so zu wählen, dass sie eine möglichst grosse Verwandtschaft zu den Schmutzteilen haben, mindestens aber dieselben netzen, weil sie andernfalls offenbar ausser stande sind, die Schmutzteile zu tragen.

Ist die Anziehung zwischen der Flüssigkeit und dem Schmutz eine entsprechend grosse, so wird letzterer durch sie gelöst oder doch aufgeweicht. Man nennt wohl das Waschen mittels des Lösens der Schmutzteile: chemisches Waschen, wogegen man mit dem Namen: mechanisches Waschen diejenigen Verfahren bezeichnet, bei welchen die betreffende Flüssigkeit den Schmutz netzt und lockert und die abgelösten Schmutzteile schwebend forträgt.

Das chemische Waschen grenzt an das Auslaugen (s. w. u.), stimmt in seinen Grundlagen sogar mit ihm überein. Ein Unterschied ist nur insoweit vorhanden, als man das Wort Auslaugen namentlich da anwendet, wo der gelöste Teil (das was man beim Waschen Schmutz nennt) das Wertvollere ist, während bei dem Waschen das Übrigbleibende allein Wert hat.

Meistens sind beim chemischen Waschen mechanische Vorgänge mit thätig, welche sich ihrem Wesen nach mit denjenigen des mechanischen Waschens decken.

Das mechanische Waschen beginnt nach Erfordernis mit dem Aufweichen (vergl. S. 152). Ihm folgt die Zertrümmerung, bezw. Ablösung des Schmutzes vom zu reinigenden Körper, womit sich das Forttragen des Schmutzes meistens unmittelbar verknüpft.

Zu der Zertrümmerung, bezw. dem Ablösen genügt unter Umständen die spülende Flüssigkeit allein; zuweilen aber müssen diesem andere — kratzende, schabende, wischende — mechanische Wirkungen zu Hilfe kommen.

Nach diesen allgemeinen Erörterungen dürfte eine Übersicht der gebräuchlichen mechanischen Waschverfahren am kürzesten durch folgende Aneinanderreihung derselben gewonnen werden:

α. Die spülende Wirkung der Flüssigkeit genügt allein zur Zertrümmerung und Ablösung der Schmutzschicht; das Verfahren ist daher das Spülen zu nennen.

Die wirksame gegensätzliche Bewegung zwischen Flüssigkeit und Werkstück kann hervorgebracht werden durch Bewegung des Werkstückes in der im wesentlichen ruhenden Flüssigkeit, oder umgekehrt durch kräftige Bewegung der Flüssigkeit gegen das Werkstück.

Das gewöhnliche Abspülen dichter Körper erfolgt allgemein, indem man dieselben in der Flüssigkeit hin und her bewegt, oder einen kräftigen Flüssigkeitsstrom über sie hinweg leitet, bezw. Flüssigkeitsstrahlen auf ihn einwirken lässt. Die ihm dienenden Vorrichtungen sind teils so einfach, dass eine Erörterung derselben überflüssig erscheint, teils so sehr in Rücksicht auf andere Umstände eingerichtet, dass ihre Beschreibung nicht hierher gehört.

Für Faserstoffe und andere Sammelkörper sind beide Richtungen des Spülens ebenfalls im Gebrauch. Bei der Wollwaschmaschine[1]) bewegt man das zu Waschende mittels Rechen oder anderer Mittel im Wasser; bei manchen Gewebe- oder Garnwaschmaschinen[2]) bewegen Walzen das an ihnen hängende Werkstück so, dass ein Teil desselben in das Wasser niedergelassen, ein anderer aus ihm emporgezogen wird u. s. w.

Faserstoffe werden durchspritzt, oder man treibt mittels Pumpen[3]), mittels Schleuderkraft[4]) oder andere Mittel die Flüssigkeit durch die zu waschenden Stoffe. In dieser Beziehung sind insbesondere die Waschtöpfe zu erwähnen. Das Wasser wird erwärmt und steigt demzufolge in einer Mittelröhre oder zwei Seitenröhren über das zu Waschende, ergiesst sich dort und sinkt, sich abkühlend, wieder in den untersten Raum des Topfes zurück[5]). Auch wird die Waschflüssigkeit in kräftigen Strahlen gegen das zu Waschende geworfen. Elastisch weiche, viele Poren enthaltende Stoffe, insbesondere Gespinste, Gewebe und dergleichen gestatten die Hervorbringung kräftiger Ströme im Innern der Poren durch Zusammendrücken, dem nach Aufheben des Druckes ein Aufblähen, vermöge Rücksaugens der Waschflüssigkeit folgt. Dieses Zusammendrücken oder Ausdrücken wird in schonendster Weise durch das eigene Gewicht der Werkstücke erreicht. Das diesem Verfahren dienende Waschrad[6]) von

---

[1]) Z. d. Gewerbfleissvereins 1864, S. 40.
D. p. J. 1869, **191**, 118 m. Abb.; 1874, **212**, 20 m. Abb.; 1880, **238**, 35. 1882, **244**, 432 m. Abb.; 1883, **247**, 368 m. Abb.; 1884, **251**, 301 m. Abb.

[2]) Z. d. V. d. I. 1874, S. 527 m. Abb.
D. p. J. 1880, **237**, 280 m. Abb.

[3]) D. p. J. 1884, **253**, 126 m. Abb.; **254**, 205 m. Abb.; 1885, **257**, 321 m. Abb.

[4]) D. p. J. 1882, **245**, 354 m. Abb.

[5]) D. p. J. 1879, **231**, 183 m. Abb., **232**, 126 m. Abb.; 1883, **249**, 79 m. Abb.

[6]) D. p. J. 1826, **22**, 59 m. Abb.
Annales industr. Nov. 1883, S. 632 m. Schaubild.

welchem Fig. 520 ein senkrechter Schnitt ist, besteht aus einer Trommel mit Ein- bezw. Austragöffnungen *a*, welche durch vier oder mehr Wände *b* in Zellen zerlegt ist. In jede Zelle wird eine gewisse Menge des zu Waschenden, welches nach Umständen in einen Beutel gesteckt ist, gelegt und — nach Schliessung der Öffnungen *a* sowie Zufuhr von Wasser — die Trommel um ihre wagerechte Achse gedreht. Die Wäscheballen nehmen nun, vermöge ihres Eigengewichtes und der Einwirkung der Zellenwände verschiedene Gestalt an, werden von verschiedenen Seiten gedrückt, so dass das Wasser an einzelnen Stellen mehr oder weniger rasch entweichen muss. Wasser und nach Umständen zur Erwärmung desselben dienender Dampf werden durch die hohle Welle, oder auf andere Weise eingeführt, während das mit Schmutz beladene Wasser durch die Undichtheiten der Trommel oder auf anderen Wegen abfliesst. Die Drehgeschwindigkeit (etwa 22 minutliche Umdrehungen bei etwa 2 *m* Trommeldurchmesser) ist gering.

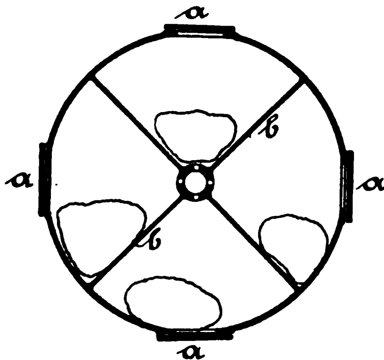


Fig. 520.

Man hat der Trommel auch einen abgerundet dreieckigen Querschnitt gegeben[1]), so dass in einer Zelle dieselbe Wirkung hervorgebracht wird, welche soeben beschrieben wurde.

Zu einem endlosen Bande verbundene Gewebe, gescherte Ketten u. dergl. vermag man mittels eines Walzenpaares auszudrücken. Fig. 521 stellt eine solche Walzenwaschmaschine dar. Das zu Waschende nimmt in dem Gefäss *a* die Waschflüssigkeit auf, wird sodann zwischen dem Walzenpaar *b c* hindurch geführt, welches die Flüssigkeit ausdrückt und sinkt hierauf in das Gefäss *a* zurück. Die obere Walze ist nachgiebig gelagert und entsprechend belastet. Die ausgepresste Flüssigkeit fällt in die Rinne *i* und wird mittels dieser abgeleitet, oder gelangt, wenn sie wiederholt benutzt werden soll, in das Gefäss *a* zurück. Der hier ausgesprochene Grundgedanke wird in verschiedenen Gestalten verwertet[2]); es sind sogar statt der Walzen Rollen angewendet, welche, wie bei den Kollergängen (S. 359) sich über das zu Waschende fortbewegen[3]).

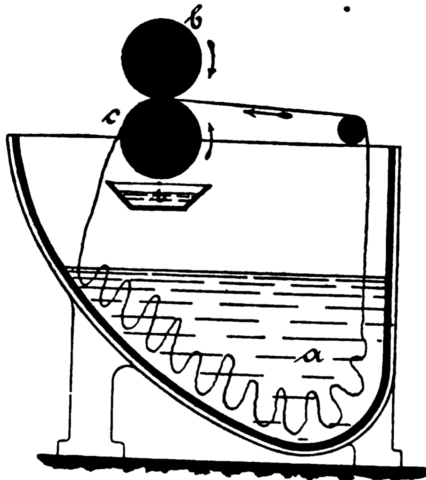


Fig. 521.

In voller Reinheit tritt dieses Auspressen der Waschflüssigkeit und dem folgendes Aufsaugen derselben bei dem Gebrauch des Waschschlägels ein. Das mit Wasser durchtränkte Werkstück wird auf eine genügend widerstandsfähige

[1]) D. p. J. 1883, **249**, 79 m. Abb.
Uhland's techn. Rundschau, 1887, S. 343 m. Schaubild.
[2]) D. p. J. 1871, **201**, 25 m. Abb.; 1879, **233**, 35 m. Abb.; 1884, **251**, 495 m. Abb.; 1887, **264**, 324 m. Abb.
[3]) Polyt. Centralbl. 1858, S. 1073 m. Abb.

Unterlage gelegt und dann mit einem hölzernen Schlägel bearbeitet. Jeder Schlag zwingt einen gewissen Teil des Wassers mit grosser Geschwindigkeit auszuweichen; die hierdurch hervorgerufene heftige Strömung befähigt das Wasser die Schmutzteile abzulösen und in sich aufzunehmen. Die Prätschmaschine wirkt mit ihrem Hämmern gerade so, wie der Waschschlägel. Sie ist ersetzt worden durch die Waschwalken[1]), welche ebenfalls ein wiederholtes, mehr oder weniger plötzliches Zusammendrücken des zu Waschenden herbeiführen. Es gehört hierher auch eine Garnwaschmaschine[2]).

β. Die spülende Wirkung genügt allein nicht zur Zertrümmerung der Schmutzschicht.

In diesem Falle werden die weiter oben genannten Arbeiten des Abkratzens, Abbürstens, Abreibens bezw. Abwischens zu Hilfe genommen, im übrigen aber sowohl die aufweichende Wirkung der Waschflüssigkeit, als auch deren Fähigkeit, die abgelösten Schmutzteile fortzutragen, benutzt.

Es gehört hierher das Abscheuern, d. i. das Behandeln mit einer Flüssigkeit, welcher kantige Körner, Sand beigemischt ist. Auch die Benutzung einer Bürste[3]), eines Waschlappen muss hierher gerechnet werden. Sammelkörper reiben sich gegenseitig[4]), indem sie auf irgend eine Weise durcheinander gerührt werden.

Auch Gewebe und dergl. werden zum gegenseitigen Abreiben veranlasst. Es dient hierzu die Hand der Wäscherin, welche unter Druck die beschmutzten Teile aneinander verschiebt und nach Umständen den Druck durch Hervorkehren der Fingerknöchel steigert. Schonender wirkt das Waschbrett, d. i. ein Holzbrett, welches mit breiten Riefen versehen ist, oder ein wellenförmig gebognes Zink- oder verzinktes Eisenblech, welches an einem Rahmen befestigt ist. Indem man das zu Waschende quer gegen diese Riefen oder Wellen unter Druck verschiebt, treten Verschiebungen in den einzelnen Lagen desselben ein, die, soweit sie über den Höhen der Wellen oder dergleichen stattfinden, kräftig reibend, abwischend wirken. Es sei hervorgehoben, dass hiermit das Herausdrängen der Waschflüssigkeit, dem das Einsaugen derselben folgt, sich paart.

Man hat Waschmaschinen gebaut, bei denen das zu Waschende zwischen zwei sich gegensätzlich verschiebende gewellte Flächen gebracht wird[5]). Dieselben wirken zweifellos sehr kräftig, sind deshalb aber auch den Wäschestücken gefährlich.

Die Schlesische Waschmaschine[6]), welche verwandt ist mit der Warcup'schen Waschmaschine[7]), besteht aus einem um zwei Zapfen *i*, Fig. 522, zu schwingendem Troge *A*, dessen Seitenwände eben sind, während die Mantelfläche *b*, welche das Waschbrett vertritt, aus gewelltem verzinkten Eisenblech

---

[1]) Jahrb. d. Wiener polyt. Inst. 1824, Bd. 5, S. 364 m. Abb.
D. p. J. 1826, **22**, 59 m. Abb.; 1883, **249**, 80 m. Abb.

[2]) D. p. J. 1879, **234**, 368 m. Abb.

[3]) Für Gefässe: The Engineer, Juli 1882, S. 45 m. Abb.
Für Rüben, Kartoffeln: D. p. J. 1883, **250**, 19 m. Abb.

[4]) Waschtrommeln für Rüben, Kartoffeln, Kohlen u. s. w.:
D. p. J. 1878, **230**, 10 m. Abb.; 1879, **234**, 300 m. Abb.
Annales industr. Juni 1882, S. 790 m. Abb.
Getreidewaschmaschine: Polyt. Centralbl. 1873, S. 31 m. Abb.
D. p. J. 1878, **229**, 254 m. Abb.

[5]) Polyt. Centralbl. 1858, S. 1230 m. Abb.
D. p. J. 1832, **44**, 399; 1879, **232**, 325 m. Abb.
Uhland's techn. Rundschau, 1887, S. 308 m. Schaubild.

[6]) D. p. J. 1856, **141**, 401 m. Abb.
Mitt. d. Gewerbver. f. Hannover, 1859, S. 354 m. g. Abb.

[7]) Jahrb. d. Wiener polyt. Instit. 1824, Bd. 5, S. 363 m. Abb.

gebogen ist. Ein Deckel *d* verschliesst den Trog und ein Handhebel *c* dient zum Schwingen desselben. Bei dem Schwingen des Troges erfahren die verschieden tief liegenden Schichten verschiedene Beschleunigungen, so dass gegensätzliche Verschiebungen eintreten; der die Reibung erzeugende Druck wird von dem Eigengewicht der zu waschenden Teile hervorgebracht.

Ähnliches erreicht man offenbar in einer kreisenden Trommel kreisrunden Querschnittes, Fig. 523, wenn sie kurz hintereinander in einander entgegengesetzten Richtungen gedreht wird. Es sind die ebenen Bodenflächen mit Zapfen *i* versehen, durch deren Höhlungen Wasser zu- und abfliesst; der Mantel *b* besteht aus gewelltem Blech, die Eintrag- bezw. Austragöffnung *c* ist mit einem dicht schliessenden Deckel versehen.

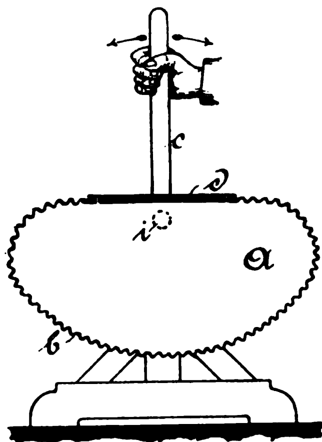


Fig. 522.

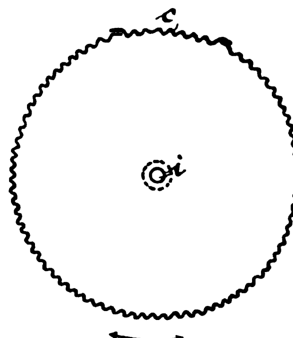


Fig. 523.

Dreht sich die Trommel stetig in gleicher Richtung, so wird die Wirkung eine etwas andere. Das zu Waschende wird durch den wellenförmigen Mantel auf eine gewisse Höhe emporgehoben und fällt dann, teils gleitend, teils kollernd wieder zurück. Dabei entstehen die gewollten Verschiebungen; aber auch das zeitweise Auspressen (vergl. S. 517) tritt mehr hervor, so dass die so betriebene Maschine in ihrer Wirkung dem Waschrade sich nähert[1]). Das ist noch mehr der Fall bei der ter Welp'schen Maschine, Fig. 524, deren Trommel der in Fig. 523 dargestellten gleicht, aber mit Zapfen versehen ist, welche schräg zur Trommelachse gerichtet, im übrigen wagerecht gelagert ist. Hierdurch erfährt das zu Waschende nicht allein Verschiebungen winkelrecht zur Drehachse, sondern auch in der Längenrichtung der Trommel.

Behufs gleichförmiger Inanspruchnahme des Waschgutes lässt man die Trommel eine Anzahl Drehungen in der einen, darauf eine gleiche Anzahl im entgegengesetzten Sinne machen.

Die Wirkung der um ihre Achse kreisenden Trommel wird auch erzielt, wenn man den Mantel derselben aus Stäben bildet und sie in die Waschflüssigkeit eintaucht[2]). Man pflegt das Gefäss, welches die Waschflüssigkeit enthält, auch als, selbstverständlich dichte Trommel auszubilden. Die vorliegende Anordnung hat gegenüber der Schlesischen Waschmaschine, wie gegenüber den

[1]) Vergl. auch D. p. J. 1875, **215**, 562 m. Abb.
[2]) Jahrb. d. Wiener polyt. Instit. 1826, Bd. 5, S. 459. D. p. J. 1883, **249**, 80 m. Abb.

eisenden dichten Wasch-Trommeln den Vorzug, dass der schwerere Schmutz ırch die Mantelöffnungen in die äussere Trommel fällt und dadurch vor der erührung mit dem zu Waschenden abgehalten wird.

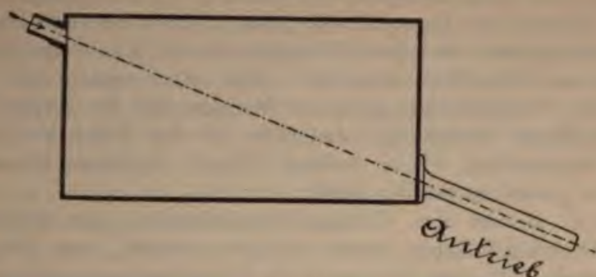


Fig. 524.

γ. Eine gewisse Verwandtschaft mit den vorhin erörterten Wasch- rfahren hat das Abklopfen oder Ausklopfen. Durch Erschütterungen ird die lose haftende Schmutzschicht abgehoben; ihre Trümmer folgen r bewegten Luft als Staub.

d. Einen grösseren Raum nimmt die Sonderung der Flüssig- eiten von festen Körpern auf Grund der geringen Festigkeit der steren ein.

Durchnässte Faserstoffe, die heisse Frischluppe u. s. w. verlieren nen Teil ihrer Flüssigkeit schon durch einfaches Ausfliessen der letzteren, bald solches gestattet wird. Man nennt den Vorgang Sickern.

Die ablaufende Flüssigkeit reisst kleine Körperchen, welche in einem lchen Gemenge etwa vorhanden sind, mit sich fort, fliesst trübe ab. ezweckt die Sonderung in erster Linie die Befreiung der Flüssigkeit n festen Beimischungen, oder liegen andere Gründe vor, welche das wähnte Mitnehmen kleiner Körper unthunlich erscheinen lassen, so uss man diesen den Weg versperren. Es geschieht dieses durch Seiher ler Filter, und das zugehörige Verfahren wird Seihen oder Filtern enannt.

Ein Filter besteht aus einer mit Öffnungen bezw. quer hindurch- ehenden Kanälen versehenen Wand, welche der Flüssigkeit Durchlass ewährt, während feste Körper, deren Dicke grösser ist als die Weite er erwähnten Öffnungen beträgt, zurückgehalten werden.

Die zurückgehaltenen Körper sammeln sich diesseits des Filters nd müssen daher, soll die Wirksamkeit des Filters nicht in hohem rade sich ändern, häufig entfernt werden. Diese Beseitigung der Filter- blagerung hat naturgemäss um so häufiger stattzufinden, je mehr feste örper zurückgehalten werden. Deshalb ist das Filtern, besondere Fälle sgenommen, vorwiegend dann zur Abscheidung der letzteren von lüssigkeiten im Gebrauch, wenn sie gegenüber der Flüssigkeitsmenge rem Raum nach klein sind.

Es wurde schon erwähnt, dass das Filter nur solche Körper ndurchschlüpfen lasse, deren Dicke geringer sei als die Weite der

Filteröffnungen. Sollen daher auch die feinsten festen Körper zurückgehalten werden, so sind ungemein kleine Filteröffnungen nötig. Gleichzeitig wird die Durchlässigkeit des Filters für die Flüssigkeit geringer, da jede Öffnung fest begrenzt sein muss, sonach der Gesamtquerschnitt der Filteröffnungen, der freie Filterquerschnitt, nur einen kleinen Teil der gesamten Filterfläche ausmacht. Man wird sonach nicht selten zu gunsten der Verarbeitung grösserer Mengen auf das Zurückhalten der kleineren Körper verzichten. Jedenfalls ist bei Wahl der Filterflächen zunächst festzustellen, bis zu welcher Feinheit die festen Körper von der Flüssigkeit gesondert werden sollen.

Hierbei kommt der Umstand in Betracht, dass weiche Körper, wenn entsprechend hoher Druck auf sie einwirkt, eine Umgestaltung erleiden, dergestalt, dass sie durch die Filteröffnungen gedrückt werden, obgleich sie von vornherein hierfür zu dick waren. Dem entsprechend wird man in den betreffenden Fällen mit möglichst kleinen Drücken arbeiten.

Die Geschwindigkeit des Flüssigkeitsdurchflusses steht aber im geraden Verhältnis zur Quadratwurzel des angewendeten Druckes. Sonach mindert sich die Leistungsfähigkeit des Filters mit der Druckabnahme, wenn auch nicht im geraden Verhältnis zu dieser.

Handelt es sich um eine möglichst vollständige Abscheidung der Flüssigkeit von den festen Körpern, so dass erstere möglichst frei von letzteren und diese als möglichst trockne Masse gewonnen werden, so kommt folgender Umstand in Betracht. Bekanntlich umgiebt jeder, mit einer ihn netzenden Flüssigkeit in Berührung stehender Körper sich mit einer Schicht desselben, deren Dichte an der Berührungsstelle seiner eigenen nahezu gleich ist und mit der Entfernung von der Berührungsstelle mehr und mehr abnimmt, bis zur Dichte der umgebenden Flüssigkeit. Demgemäss wird auch die Anziehung, welche der Körper auf die ihm zunächst belegenen Flüssigkeitsteile ausübt, eine grosse sein. Man hat allen Anlass zu der Annahme, dass zur Verdrängung des Restes der Flüssigkeitshülle ein Druck erforderlich ist, welchem die Festigkeit des festen Körpers nicht gewachsen ist. Mindestens ist, um einen nennenswerten Teil dieser Flüssigkeitshülle zum Abfliessen zu zwingen, ein Druck erheblicher Grösse erforderlich, so dass man oft lediglich in Rücksicht auf die Vollkommenheit der Sonderung solchen anzuwenden sich genötigt sieht.

Enge Seiher- oder Filteröffnungen sind sonach für die Reinheit der abgeschiedenen Flüssigkeit von Wert; sie beeinträchtigen jedoch die Leistungsmenge.

Hoher Druck fördert die Leistung der Menge nach und ist geeignet eine hochgradige Absonderung der Flüssigkeit von den festen Stoffen herbei zu führen; er zwingt aber auch schleimige bis weiche Stoffe durch die Öffnungen der Seiher zu fliessen.

Man wird daher im allgemeinen enge Filteröffnungen und niedrigen Druck da anwenden, wo die Reinheit der abgeschiedenen Flüssigkeit alle übrigen Umstände bei weitem überwiegt, hohen Druck nur da, wo (Reinheit der Rückstände betont wird, sonst aber sich mit unvollkommen

[Ver]änderung begnügen, welche möglichst grosse Mengen zu bearbeiten gestattet.

Beachtenswert ist noch die Dauer des Filters, sowohl mechanischen als auch chemischen Einwirkungen gegenüber.

Ich gedenke die Filter in folgende Gruppen zu zerlegen, nämlich in solche mit mässigem Druck, mit grösserem Druck, der durch die Flüssigkeitssäule hervorgebracht wird, mit grösserem Druck, welchen die Schleuderkraft erzeugt, und mit grösserem Druck, der von anderen mechanischen Mitteln herrührt.

α. Filter, welche mit mässigem Druck arbeiten.

a. Die Filterflächen sind dünnwandig.

Die Filter oder Seiher werden zuweilen aus gelochtem Blech, mehr oder weniger feinem Drahtgewebe oder dergl. gebildet, so dass sie sich nur durch ihre Wirkungsart: der Flüssigkeitsstrom treibt die festen Körperchen den Öffnungen zu, von den Sieben unterscheiden. Gewebe aus Haaren oder Pflanzenfasern, Filze, insbesondere ungeleimtes Papier, auch Leder, deren Durchlassöffnungen an sich viel kleiner sind als diejenigen der zuerst angeführten Filterflächen, unterscheiden sich noch durch eine gewisse Unsicherheit, bezw. Veränderlichkeit hinsichtlich der Weite der Poren: durch sie netzende Flüssigkeiten schwillt der Stoff, so dass die Durchlasskanäle enger werden. Sie werden vorwiegend gebraucht, wenn es sich um möglichst vollständige Befreiung der Flüssigkeit von festen Stoffen handelt. Der für gleiche Zwecke mehrfach vorgeschlagene gebrannte Thon ist von der angegebenen Veränderlichkeit frei.

Bei sehr geringen Drücken benutzt man die Filterflächen in ebener Gestalt; man legt auch die faltbaren Filterflächen in Dütengestalt in einen Trichter, oder bildet sie zu Beuteln aus, welche an ihrem offenen Rande aufgehängt werden. Bei etwas grösseren Drücken erfordert die Haltbarkeit des Filters Stützung durch ein Gitterwerk.

Die Reinigung der Papierfilter unterbleibt meistens, indem man nach Ansammlung einer gewissen Menge der zurückgehaltenen Schlammteile das Filter wegwirft.

Andere Filter werden, nach Unterbrechung des Betriebes an ihrem Orte, von den gebildeten Ablagerungen durch Abkratzen, Abbürsten, Ausklopfen, Auswaschen befreit. Staubfilter können durch über sie hinweggeführtes Wasser, welches die Staubteile hinwegspült, stetig rein gehalten werden. Es ist dabei aber daran zu denken, dass das Wasser die Fäulnis des Filters sehr begünstigt.

Sind die Filter so gelagert, dass die zurückgehaltenen festen Körper an ihnen hängen, so ist eine Reinigung während kurzer Betriebsunterbrechung durch heftige Erschütterungen des Filters möglich[1]).

Es ist nun nicht zu vermeiden, dass diese Erschütterungen einen, wenn auch geringen Teil des Filterbelags in die Poren des Filters eintreiben, wodurch deren Durchlässigkeit natürlich vermindert wird. Das wird vermieden, wenn man den Filterbelag mittels eines der Arbeitsrichtung entgegengesetzten Stromes reiner Flüssigkeit ablöst[2]).

---

[1]) D. p. J. 1877, **225**, 427 m. Abb.; 1878, **227**, 241 m. Abb.; 1880, **217**, 202; 1881, **242**, 184, 194 m. Abb., 269 m. Abb.; 1883, **250**, 247 m. Abb., 484 m. Abb.; 1886, **259**, 389 m. Abb.

Z. d. V. d. I. 1884, S. 983 m. Abb.; 1886, S. 947 m. Abb.; 1887, S. 567 m. Abb.

[2]) Z. d. V. d. I. 1887, S. 568 m. Abb.

Es fehlt auch nicht an Vorschlägen, nach welchen das Filter, als endloses Tuch hergestellt, stetig verschoben wird, so dass stets ein Teil desselben als Filter dient, während ein anderer Teil behufs dessen Reinigung frei liegt[1]); es ist die endlose Papierform, da sie gewissermassen auch ein Filter bildet, hiermit zu vergleichen.

Behufs bequemer Reinigung werden übrigens vielfach die Filterflächen an leicht auswechselbaren Rahmen befestigt und so aufgestellt, dass die zurückgehaltenen festen Stoffe abzufallen vermögen[2]); auch Filterbeutel werden in diesem Sinne angebracht[3]).

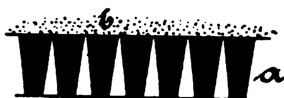


Fig. 525.

Die sich bildenden Ablagerungen werden auch für den Zweck des Filterns nutzbar gemacht. Das ist insbesondere bei der Abscheidung der Bierwürze von den Trebern der Fall. Der aus kräftigen Metallplatten gebildete falsche Boden *a*, Fig. 525, des Seihbottigs ist mit zahlreichen, oben sehr engen Öffnungen versehen. Diese Öffnungen lassen trotz ihrer geringen Weite bei jedesmaliger Inbetriebnahme des Seihers feine Schalenteile und Schleimteile hindurchschlüpfen. Bald bildet sich aber eine Schicht *b* der faserigen Trebern, welche alle nicht flüssigen Stoffe zurückhalten.

Wasser.
Feiner Sand.
Grober Sand.
Feiner Kies.
Grober Kies.
Kleine Steine.
Dickere Steine.

Fig. 526.

b. Die Filterflächen sind dickwandig.

Angesichts der vortrefflichen Wirkung dickerer Schichten der Faserstoffe und anderer kleinkörniger Stoffe verwendet man solche vielfach, teils, indem man Wolle, Baumwolle, Schlackenwolle, Sägespäne, Sand u. s. w. über wagerechte gelochte Platten oder andere Tragflächen ausbreitet, teils, indem man sie zwischen zwei mit entsprechenden Öffnungen versehene Wände einschliesst[4]). Das Reinigen derartiger Filter macht ziemliche Schwierigkeiten.

Piefke[5]) hat für die Filterung des Wassers diesen Übelstand dadurch gemindert, dass er den Betrieb zeitweise unterbricht und durch einen Rückstrom des gereinigten Wassers die zartfaserige Filterschicht auswaschen lässt.

---

1) Z. d. V. d. I. 1884, S. 1011 m. Abb.; 1885, S. 786 m. Abb.

2) D. p. J. 1882, **243**, 246 m. Abb.; 1887, **263**, 188 m. Abb., 521, m. Abb.
Wochenschr. d. V. d. I. 1882, S. 87 m. Abb., S. 170 m. Abb.

3) D. p. J. 1887, **263**, 188 m. Abb.

4) Vergl. u. a. D. p. J. 1879, **231**, 163 m. Abb.; 1880, **237**, 18 m. Abb.; 1883, **249**, 85 m. Abb.
Z. d. V. d. I. 1883, S. 607 m. Abb.

5) D. R. P. No. 15741, 21702 u. 25740.
Prakt. Masch. Const. 1883, S. 84 m. Abb.
Z. d. V. d. I. 1886, S. 382 m. Abb.

Die Wasserreinigung findet übrigens meistens durch Sand statt, teils, weil selbe billig zu beschaffen ist, teils weil derselbe sich selbst gut reinigen lässt, s weil er in beliebiger Korngrösse zu erhalten, also jedem gewünschten Grad Reinheit des Wassers anzupassen ist.

Die Stützung der etwa 1 *m* dicken Sandschicht, Fig. 526, erfolgt durch e Schicht gröberen Sandes, diese stützt sich auf Kies, welcher auf kleinen inen lagert und zu unterst befinden sich dickere Steine, welche dem Abfluss gereinigten Wassers genügende freie Querschnitte bietet. Zuweilen werden ochte Ableitungsröhren in den groben Kies oder die Schicht kleiner Steine ettet. Das gereinigte Wasser muss in einer seitlich belegenen Röhre porsteigen, bevor es zum Abfluss gelangt, damit die Druckhöhe — der tand des über dem Filter befindlichen Wasserspiegels und dem Wasser-gel in der Mündung der Abflussröhre — nicht zu gross, insbesondere regel- wird.

Nachdem sich eine Schmutzschicht abgelagert hat, welche den Wasser-chfluss zu sehr beschränkt, hebt man dieselbe, einschliesslich einer dünnen icht des Sandes, mittels einer geeigneten Schaufel ab.

Schliesslich muss das gesamte Filter nebst den tragenden Teilen heraus-ommen und gewaschen werden.

Was die Leistung der Filter anbelangt, so sind darüber genaue An-en nicht zu machen, weil die Zahl und Weite der Öffnungen, der Grad der chmutzung, der angewendete Druck und andere Umstände von bestimmen-n Einfluss sind.

Für Luft, welche durch Gewebe oder eine dünne Baumwollschicht gefiltert d, rechnet man für jedes *qm* der Filterfläche 40 bis 400 *cbm* stündliche tung bei 0,2 bis 2,5 *kg/qm* Druck und für auf Sandfiltern gereinigtes Wasser, n es für den menschlichen Genuss rein genug sein soll, für 1 *qm*, 1 Stunde a 50 bis 70 *l*, obgleich manche Wasserwerke bis zu 200 *l* stündlich durch *m* Sandfilterfläche treiben[1]).

β. Filter, denen ein grösserer Druck durch die Flüssigkeits-ule gegeben wird.

Die gewöhnlichen Filter für tropfbar flüssige Stoffe werden durch öhung der Flüssigkeitssäule, welche über dem Filter ruht, oder durch e Flüssigkeitssäule, welche an dem Filter hängt, leistungsfähiger ge-cht. Auch drückt man auf die zu filternde Flüssigkeit mittels ge-nnter Luft[2]) oder Dampf[3]), oder saugt am Filter[4]). Es ist in dieser ziehung des Saugkastens der Papiermaschine, der Nutschwerke s. w. zu gedenken.

Grössere Aufmerksamkeit verdient die besondere Anordnung solcher ter, welche man Filterpressen, richtiger Pressfilter nennt.

Sie bestehen aus Filtertüchern, welche auf enggeriefte Flächen sich stützen; zeichnen sich aus durch die Unterbringung grosser Filterflächen in kleinem um und Bequemlichkeit der Ablösung der in Kuchenform sich ansammeln-n festen Stoffe. Beiderseitig muldenförmig ausgehölte Platten *a*, Fig. 527, gen auf ihren gerieften Flächen die Filtertücher *b*, welche durch die zwischen n Riefen befindlichen erhöhten Streifen wirksame Stützung erfahren. Diese

---

[1]) Vergl. D. p. J. 1878, **228**, 421 m. Abb.; 1880, **236**, 139 m. Abb.; 1881, **0**, 189 m. Abb.; 1882, **246**, 193 m. Abb.

[2]) D. p. J. 1876, **221**, 347.

[3]) D. p. J. 1873, **209**, 256 m. Abb.; 1874, **214**, 322 m. Abb.

[4]) D. p. J. 1873, **210**, 446; 1874. **213**, 34 m. Abb.

Platten sind in grosser Zahl aneinander gereiht, an die Enden der Reihen Kopfplatten gebracht, welche je nur ein Filtertuch enthalten und das Ganze ist mittels Schrauben kräftig zusammengepresst, so dass die zwischen den einzelnen Platten befindlichen Fugen dicht sind. In der Mitte der einen Kopfplatte befindet sich eine Eintrittsöffnung für die mit festen Stoffen beladene, zu filternde Flüssigkeit. Gleichliegende Öffnungen befinden sich auch in den Mittelplatten, so dass gewissermassen eine lange, von der Eintrittsöffnung ausgehende, mit den zahlreichen Kammern in freier Verbindung stehende Röhre vorliegt, welche sämtlichen Einzelfiltern rasch die zu reinigende Flüssigkeit zuführt. Die gereinigte Flüssigkeit gelangt in die Riefen der Platten, fliesst in diesen nach unten und entweicht schliesslich durch die Bohrung *c*. Wenn auch zu Anfang die bearbeitete Flüssigkeit eine gewisse Trübung zeigt, so schwindet diese doch mit dem Wachsen der Ablagerung, welche sich gleichförmig verteilt, indem da am meisten Flüssiges sich hinbegiebt, wo die Ablagerung der festen Stoffe am geringsten ist, also hier die Dicke der Ablagerung am raschesten zunimmt.

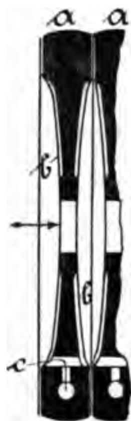


Fig. 527.

Die entstehenden Kuchen sind fest genug, um bequem aus den geöffneten Zellen genommen zu werden.

Man erzeugt den Druck (bis 4 *kg* f. 1 *qcm*) durch die Höhenlage des Gefässes, aus welchem die Speisung des Filters stattfindet, seltener durch Pumpen.

Im übrigen ist die Anordnung der Filter mannigfaltig[1]).

γ. Filter, deren höherer Druck durch andere mechanische Mittel hervorgebracht wird.

a. Am einfachsten reihen sich hier die Topfpressen oder Gefässpressen an. Sie arbeiten im allgemeinen mit den höchsten Pressungen. Fig. 528 stellt eine einfache derartige Presse im Schnitt dar. Die Innenflächen des kräftigen Topfes sind gerieft, so dass sie sowohl zur Stütze der fein gelochten Platten *b*, als auch dem Abfluss der reinen Flüssigkeit dienen. Die Öffnungen der Platten *b* sind in der Regel nicht fein genug, um die gewünschte Reinheit des Abfliessenden zu erzielen; man legt deshalb ein Presstuch *c* auf die Platten *b*, breitet dessen Ränder über den Rand des Topfes *a*, trägt das Auszupressende ein und legt die Presstuchränder sorgfältig auf die geebnete Fläche desselben. Nunmehr lässt man den Presskolben *d* einwirken. Die Flüssigkeit weicht dem mehr und mehr wachsendem Drucke aus, durchfliesst die Poren des Presstuches, gelangt in die Riefen des Topfes und aus diesen durch Sammelkanäle nach aussen, um dort aufgefangen zu werden. Nach stattgefundener Pressung

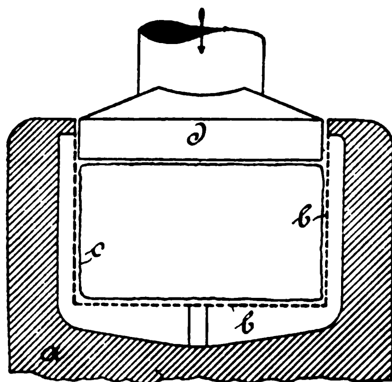


Fig. 528.

---

[1]) Z. d. V. d. I. 1867, S. 445 m. Abb.; 1885, S. 826 m. Abb.; 1886, S. 59
m. Abb.

D. p. J. 1883, **249**, 122 m. Abb., 166 m. Abb., **250**, 155 m. Abb., 1
m. Abb.; 1884, **251**, 248 m. Abb., **252**, 55 m. Abb., **253**, 36 m. Abb.; 18
257, 502 m. Abb., **258**, 77, 262, 357, 441, 494 sämtl. m. Abb., **258**, 8 m. Ab

befindet sich in dem Presstuch ein ziemlich harter Kuchen, welcher mit Hilfe des Presstuches herausgezogen wird. Man hat verschiedene Einrichtungen erdacht, durch welche das Ausheben der Kuchen erleichtert wird. Ebenso finden sich mannigfache Einrichtungen, welche gestatten, im kleinen Raum möglichst grosse Filterflächen unterzubringen. Der Presskolben erfährt seinen Druck durch Keil, Schraube, Hebel oder Wasserdruck[1]).

Über die Grösse des anzuwendenden Druckes schwanken die Angaben innerhalb weiter Grenzen.

Für das Auspressen der Ölsamen liegen folgende Angaben vor:

Nach Burg[2]) ist die oberste Grenze für den Druck auf 1 *qcm* der Presskolbenfläche . . . . 400 *kg*
nach Gintel für Nachpressen[3]) . . 370 „
nach Rühlmann desgl.[4]) . . . . . 355 „
nach Gintel für Vorpressen[3]) . . . 220 „
nach anderer Quelle[5]) . . . 135 bis 216 „
nach Rühlmann für Vorpressen[4]) . 180 „
nach anderer Quelle[6]) für Nachpressen 145 „
„ „ „ [7]) „ „ 110 „
„ Scholl[3]) für Nachpressen . . 75 „
„ anderer Quelle[6]) für Vorpressen 65 „
„ „ „ [7]) „ „ 46 „
„ Scholl[3]) für Vorpressen . . . 37 „

Dieselben sind demnach sehr stark voneinander abweichend, selbst wenn man berücksichtigt, dass vernünftig ist, das Vorpressen, d. i. das erstmalige Auspressen mit geringerem Druck, auszuführen, als das zweite Pressen, welches den letzten Rest des Öles, soweit dasselbe überhaupt gewonnen werden soll, zu beseitigen hat. Diese Verschiedenheit ist aber berechtigt, weil das in den Ölkuchen zurückbleibende Öl in diesen einen gewissen Futterwert hat, während seine Gewinnung als flüssiges Öl, aus schon angegebenen Gründen, oft mehr Kosten verursacht als jener Wert beträgt.

Für Stearinpressen findet man durchschnittlich 100 *kg*, für Rübensaftpressen durchschnittlich 45 *kg* Druck, bezogen auf 1 *qcm* der Pressfläche, angegeben.

Die Leistung ist noch weniger allgemein anzugeben. Da das Ausweichen und Ablaufen der Flüssigkeit eine gewisse Zeit beansprucht, so ist im allgemeinen die Ausbeute um so grösser, je länger man den zu bearbeitenden Stoff unter Druck erhält, aber auch die Gesamtleistung um so geringer. Es spielen demnach die Handelslage und auch die Ansicht des Fabrikanten hierbei eine wesentliche Rolle. Endlich ist die Frage mit in Betracht zu ziehen, ob warm

---

262 m. Abb.; 1886, **260**, 317, 560, 561 sämtl. m. Abb., **261**, 339 m. Abb., **262**, 69 m. Abb., 507 m. Abb.; 1887, **263**, 22, 34, 569 sämtl. m. Abb.
Prakt. Masch. Constr. 1882, S. 191 m. Abb.

[1]) Prechtl, techn. Encykl. Bd. 11, S. 212 m. Abb.
Karmarsch & Heeren, techn. Wörterb., III. Aufl., Bd. 7, S. 20 m. Abb.
Mitt. d. Gewerbv. f. Hann. 1844/45, S. 28 m. Abb.
Z. d. V. d. I. 1860, S. 242 m. Abb.; 1872, S. 756 m. Abb.
D. p. J. 1857, **143**, 32; 1859, **154**, 418 m. Abb.; 1875, **218**, 478 m. Abb.; 1882, **243**, 39 m. Abb., 317 m. Abb., **244**, 141 m. Abb.; 1886, **261**, 456 m. Abb.; 1887, **264**, 272 m. Abb.

[2]) Prechtl, techn. Encykl. 1841, Bd. 11, S. 212 m. Abb.

[3]) Karmarsch & Heeren, techn. Wörterbuch, 3. Aufl., Bd. 6, S. 397 m. Abb.

[4]) Rühlmann, allgemeine Maschinenlehre, Bd. 2, S. 300 m. Abb.

[5]) Leblanc, Recueil des machines, Bd. 4 m. Abb.

[6]) Z. d. V. d. I. 1860, S. 242 m. Abb.

[7]) D. p. J. 1875, **218**, 478 m. Abb.

gepresst wird, d. h. eine Erwärmung desjenigen Pressgutes, dessen Flüssigkeit dadurch dünnflüssiger zu machen ist, stattfindet oder nicht. So ziehe ich vor, auf Angaben der Leistungsfähigkeit an diesem Orte zu verzichten.

Hier mögen auch die Auspressvorrichtungen für Eisenluppen erwähnt werden. Das Eisen hat einerseits einen so grossen Zusammenhang, dass es bei vorsichtiger Handhabung gewissermassen selbst das Filter bildet, anderseits sind die Temperaturen zu hoch, um ein anderes Filter möglich erscheinen zu lassen.

Meistens benutzt man für den vorliegenden Zweck Hämmer, oder den Schmiedemaschinen ähnliche Pressen [1]).

b. Das Füllen und Leeren der Pressgefässe erfordert viel Zeit. Man hat daher Pressen hergestellt, welche behufs grösserer Leistungsfähigkeit zahlreiche Einzelpressen in sich schliessen, die nacheinander arbeiten, so dass an einer Stelle das Beschicken, an anderer das Pressen und der letzten Stelle das Austragen, und zwar möglichst selbstthätig stattfindet [2]).

Die Aufgabe, welche derartige Pressen — wie die meisten, anderen Zwecken dienenden — zu erfüllen haben, besteht in der gewaltsamen Raumverminderung des Pressgutes, hier, um durch die entstehende Druckvermehrung den Flüssigkeitsgehalt zum Aufsuchen eines Auswegs durch die Filteröffnungen zu zwingen. Da nun die auftretenden Reibungswiderstände dem Ausweichen der festen Bestandteile hinderlich sind, so bedarf man zur Lösung vorliegender Aufgabe keinen allseitig geschlossenen Raum. Dieser Umstand erleichtert sehr den Bau stetig arbeitender Pressen, d. h. solcher, welche stetig beschickt werden, und sowohl die Flüssigkeit, als auch die festen Stoffe stetig abliefern.

Bringt man das Pressgut vor ein Paar Walzen, welche so eingerichtet sind, dass sie ersteres durch die Reibung zwischen die Walzen ziehen (S. 319), so wird bei Drehung der Walzen der Raum des Pressgutes verringert; das Flüssige entweicht und fliesst entweder an den Walzenflächen nieder (Entwässerungswalzen der Papiermaschine, der Waschmaschinen, sogenannte Wringmaschinen, Zuckerrohrpressen u. s. w.), oder wenn die Walzenflächen filterartig gebildet sind, durch die Walzenflächen. Für Obst, Wein u. s. w. legt man nicht selten über Leitwalzen geführte Filtertücher zwischen die Presswalzen, welche gleichzeitig die Beschickung erleichtern [3]).

Fig. 529 stellt Tissot's Presse [4]) im Schnitt dar. *a* und *b* sind die Presswalzen, *c*, *d*, *e* und *f* die Leitwalzen. Die Walze *b* ist nachgiebig gelagert, aber so belastet, dass sie gehörig kräftig gegen die festgelagerte Walze *a* drückt. Die Presstücher bestehen aus je einem oberen feinen, dem folgenden groben Gewebe und starken Hanfgurten, welche jene tragen. Die Leitwalzen *d* und *e* können behufs Anspannens der Tücher verschoben werden. Das Becken *g* fängt die ausgepresste Flüssigkeit auf [5]).

---

[1]) D. p. J. 1876, **220**, 214 m. Abb.
[2]) Revue industriel, Mai 1883, S. 188 m. Abb.
[3]) Ferroux, D. p. J. 1853, **129**, 89 m. Abb.
[4]) D. R. P. No. 39.
[5]) Vergl. Prechtl, techn. Encykl. 1840, Bd. 10, S. 219. Z. d. V. d. I. 1874, S. 763.

Ian ist im stande mittels einer Schraube das Gemenge in eine sich
ende Röhre zu drücken. Sind die Wandungen der Röhre, und
diejenigen der Schraube durchlässig, so entweicht die Flüssigkeit
ntstehendem Druck gemäss. Diesen Gedanken verwertete zuerst
tler.

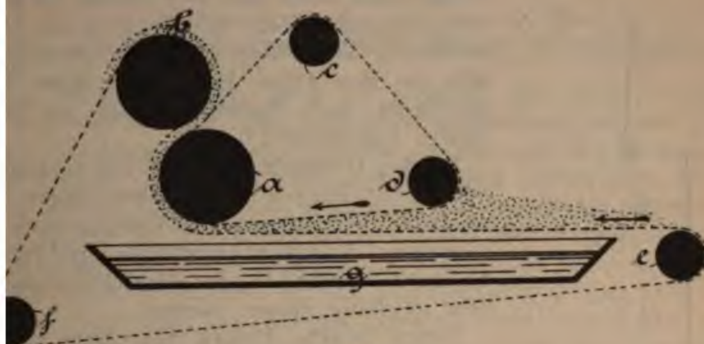


Fig. 529.

ig. 530 stellt eine neuere derartige Presse im Schnitt dar[1]. *b* ist ein
er Blechmantel, welcher sich nicht zu drehen vermag, *a* ein hohler
mit Schraubengewinde, dessen Wandungen auch durchlocht sind und der
a seine Achse langsam dreht. Das Auszupressende (Rübenschnitzel) wird
Trichter *c* geworfen, von dem Gewinde des Kegels *a* ergriffen und in
kleinere Querschnitte gedrängt, so dass die Flüssigkeit durch die er-
n Öffnungen entweicht und bei *d* abfliesst. Um zu verhüten, dass das
t mit dem Kegel *a* kreist, ist der Mantel *b* winkelrecht zu seiner
wellenförmig gestaltet. *b* wird auch behufs Vermehrung des Druckes
ig auf und nieder bewegt. Die Löcher der Wandungen sind, um ihre
fung zu verhüten, schräg gebohrt und zwar in einer, der Bewegung ent-
esetzten Richtung[2].

a das Pressgut an den Filterflächen gleiten muss, so kann man nur ent-
nd widerstandsfähige Filterflächen verwenden.

ndere stetig wirkende Pressen finden sich in den Quellen beschrieben[3].

Das Auspressen hat nur dann einen nennenswerten Erfolg, wenn
emenge zusammendrückbar ist; es eignet sich deshalb nur für
he Stoffe. Aber auch diese leiden unter Umständen unter dem
hohen Druck. Es ist nun eine jedermann bekannte Thatsache,
an die nasse Hand durch heftiges Schleudern ziemlich trocken

D. p. J. 1878, **229**, 317 m. Abb., **230**, 366; 1880, **235**, 127 m. Abb.;
12, 413 m. Abb.; 1882. **245**, 112 m. Abb.
Annales industr. Juli 1882, S. 16 m. Abb.
D. p. J. 1881, **240**, 444 m. Abb.
Vergl. D. p. J. 1874, **212**, 38 m. Abb.; 1877, **223**, 53 m. Abb.; 1879,
1 m. Abb.
Prakt. Masch. Constr. 1887, S. 245 m. Abb.
D. p. J. 1880, **235**, 357 m. Abb.; 1882, **243**, 316 m. Abb.; 1884, **253**,
Abb.
Wochenschr. d. V. d. I. 1882, S. 198 m. Abb.
Prakt. Masch. Constr. 1883, S. 412 m. Abb.

machen kann. Dieser Gedanke wird zum Abscheiden der Flüssigkeiten von festen Stoffen vielfach verwendet, indem man das Gemenge in rasche kreisende Bewegung versetzt.

Die durch Schleudern von der Flüssigkeit zu befreienden festen Stoffe werden, soweit erforderlich, von Filterflächen zurückgehalten, indem man betrf. Kasten, die an einer rasch kreisenden Welle befestigt sind, mit Löchern versieht [1]), oder besser Trommeln anwendet, die sich um ihre Achse drehen und deren Wände durchlocht, nach Umständen auch mit feineren Filtern bedeckt sind [2]).

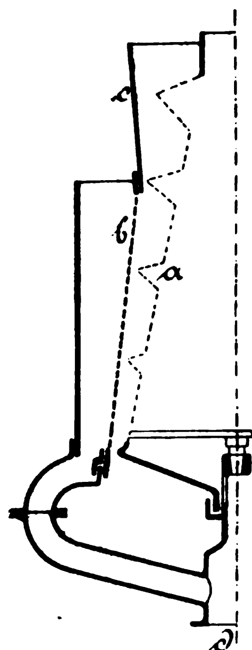


Fig. 530.

Da den Trommeln der Schleudermaschinen oder Centrifugen nicht selten gegen 50 m sekundliche Umfangsgeschwindigkeit gegeben wird, so müssen sie sowohl hinsichtlich ihrer Festigkeit als auch hinsichtlich der Gewichtsausgleichung sehr sorgfältig gebaut werden.

Lange Gewebe können über feste Trommeln gewickelt ausgeschleudert werden; sie bedürfen eines besonderen Filters nicht [3]). Garnsträhne hängt man an die Stäbe einer rasch kreisenden Laterne [4]).

e. Die Überführung des Zusammenhangszustandes in einen andern durch Wärmezufuhr, bezw. Wärmebindung wird benutzt bei dem Destillieren und dem Gefrierenlassen.

Gemenge solcher Flüssigkeiten, deren Siedetemperaturen verschieden hoch sind, lassen sich scheiden, indem ihnen eine wenig über der niedrigst vorkommenden Siedetemperaturen liegende Temperatur gegeben wird, bei welcher der betreffende Flüssigkeitsteil verdampft und besonders aufgefangen werden kann u. s. f.

Da jedoch die Gemengteile sich gegenseitig anziehen, so gelingt auf dem angegebenen Wege selten die vollständige Trennung; sie wird meistens erst durch wiederholte Anwendung desselben Verfahrens erzielt. Da der entstehende Dampf bei bestimmter Temperatur sich wieder verflüssigt, so kann das vorsichtig gehandhabte Niederschlagen desselben das vorliegende Sonderungsverfahren wesentlich unterstützen.

---

[1]) Gewerbebl. f. Hannov. 1843, S. 161 m. Abb.

[2]) Z. d. V. d. I. 1864, S. 236; 1874, S. 530 m. Abb.; 1885, S. 213 m. Abb. Prakt. Masch. Constr. 1883, S. 250 m. Abb., S. 315 m. Abb., S. 341 m. Abb.
D. p. J. 1871, **201**, 386 m. Abb., **202**, 319 m. Abb.; 1874, **214**, 94 m. Abb., 284 m. Abb.; 1876, **220**, 85 m. Abb.; 1884, **252**, 277 m. Abb.; 1886, **261**, 20 m. Abb.; 1887, **264**, 117 m. Abb.

[3]) D. p. J. 1871, **202**, 318 m. Abb.

[4]) D. p. J. 1879, **233**, 33 m. Abb.; 1884, **254**, 152 m. Abb.

Auch der Übergang vom tropfbar flüssigem Zustande zum festen durch Abkühlen dient ab und an zur Ausscheidung der leichter gefrierbaren, bezw. leichter erstarrenden Flüssigkeiten von denjenigen, welche eine niedrigere Temperatur für das Festwerden fordern.

6. Die Anziehung seitens dritter Körper ist verschieden.

Die Flächenanziehung spielt bei manchen der bisher erörterten Sonderungsverfahren eine Rolle; teils wirkt sie hindernd, teils den Zweck fördernd. In letzter Beziehung erwähne ich hier nur ihre Wirksamkeit bei den Filtern. Schleimige Stoffe würden durch Filtern nicht zurückgehalten werden können, wenn nicht die Flächenanziehung wirksam aufträte. Und gar die Beseitigung üblen Geruchs oder Geschmacks würde, ohne die Thätigkeit der Flächenanziehung durch Filter, nicht zu erreichen sein. Ein weiteres Eingehen auf den betreffenden wichtigen aber weitschichtigen Gegenstand muss ich mir versagen, zumal schwer sein dürfte, denselben ohne Erörterung chemischer Vorgänge befriedigend zu erledigen.

Demnach begnüge ich mich, hier einige durchsichtigere Benutzungsarten der Flächenanziehung anzuführen.

a. W. o. (S. 515 u. 516) wurde schon der Benutzung verschiedener kleinkörniger Stoffe zum Forttragen der abgelösten und zertrümmerten Schmutzschicht gedacht. In gleichem Sinne, aber mit grösserem Erfolg dienen die grossen Flächen kleinkörniger oder mit zahlreichen Poren behafteter Körper zur Aufnahme der Flüssigkeiten.

So dienen der Schwamm, das Löschpapier, das Wischtuch, der Putzlappen, Thon, Kreide u. s. w.[1]) zum Aufsaugen der Flüssigkeiten, so benutzt man den Gips zum Trocknen des Thones (S. 242) bei Verfertigung feinerer Thonwaren, zum Vortrocknen der Stärke, Sand zum Trocknen des Holzes, erdige Stoffe zum Aufsaugen des Fettes[2]) u. s. w.

b. Allgemeiner ist die Verwendung des **Aufsaugevermögens** der **atmosphärischen Luft** zur Beseitigung des Wassers von festen Stoffen, das **Trocknen mittels Luft**. Wie schon (S. 143) erwähnt wurde, vermag 1 *cbm* **trockne Luft** 1 *cbm* Wasserdampf, dessen Spannung der Lufttemperatur entspricht, zu verschlucken. Dabei entsteht eine Spannung, welche der Spannungssumme der Luft und dem Dampf gleicht. Findet das Verschlucken unter Verhältnissen statt, welche eine Spannungszunahme nicht gestatten, so dehnt sich das Gemenge im Verhältnis der erwähnten Spannungssumme zur wirklich vorhandenen Spannng aus. Daraus ist man im stande die Dampf- bezw. Wassermenge zu berechnen, welche die Gewichtseinheit, oder nach Umständen die Raumeinheit der Luft überhaupt zu verschlucken vermag. S. 142 u. 143 finden sich die betr. Zahlenangaben.

Nach **Dalton**[3]) steht die Menge des in einer gewissen Zeit ver-

[1]) Z. d. V. d. I. 1886, S. 320 m. Abb.
[2]) Z. d. V. d. I. 1886, S. 320 m. Abb.
[3]) Wüllner, Physik, 4. Aufl., Bd. 3, Leipz. 1885, S. 764.

dampften Wassers, welches in offener Schale dem Einfluss der Luft ausgesetzt ist, im geraden Verhältnis zum Spannungsunterschied des der Wassertemperatur entsprechenden gesättigten Dampfes und des Dampfes, welcher bereits in der Luft vorhanden ist; ebenso im geraden Verhältnis zur Verdunstungsoberfläche und im umgekehrten Verhältnis zum Luftdruck.

Aus diesen Thatsachen könnte man auf die Möglichkeit einer streng rechnungsmässigen Behandlung des Trocknens mittels Luft schliessen. Allein verschiedene scheinbare Nebenumstände machen sich derart geltend, dass wenigstens bis jetzt nicht gelungen ist, den Vorgang durch Rechnung zu verfolgen.

Die Feuchtigkeit, welche die Luft verschluckt hat, mindert das Aufnahmevermögen in bereits angegebener Weise. Sie befindet sich zunächst in unmittelbarer Nähe der verdunstenden Fläche. Die Luft, welche letztere berührt, vermag deshalb bald nur in dem Grade Wasserdampf aufzunehmen, wie ihr gelingt solchen weiter zu geben. Das geschieht teils durch Ergiessung (Diffusion) in die weiter abliegenden Luftschichten, teils durch Ersatz durch trockenere Luft, indem man einen Luftstrom, nicht ruhende Luft anwendet. Jenes Gesetz, welches die Geschwindigkeit des Verdunstens ausdrückt, gilt demnach nur unter gleichartiger Wirkungsweise der hier erwähnten, der Wasserdampfabfuhr dienenden Mitteln.

Der Vorgang wird ein noch verwickelterer durch den Umstand, dass die Wasserverdunstung erhebliche Wärme verbraucht (etwa 600 W. E. für jedes *kg* Wasser), folglich Temperaturänderungen verursacht.

Endlich gilt jenes Gesetz, welches die Verdunstungsgeschwindigkeit ausdrückt, nur für Wasser in dicker Schicht, nicht aber für Wasser in so dünnen Schichten, wie sie bei dem Trocknen mittels Luft vorkommen. Ähnlich wie die Luft im Verhältnis zum Spannungsunterschied des der Wassertemperatur entsprechenden und des bereits verschluckten Dampfes zu weiterer Wasserdampfaufnahme geneigt ist, sind auch Sammlungen der Festkörper, Faserstoffe u. dergl. um so wassergieriger, je weniger Wasser sie enthalten. Legt man einen trocknen Lappen mit feuchtem Sande zusammen in ein luftdicht verschlossenes Gefäss, so nimmt ersterer dem letzteren eine gewisse Menge des Wassers ab, bis allmählich der Austausch aufhört: der Grad des Verschluckungsvermögens ist bei dem einen gesunken, bei dem anderen gestiegen bis zum Eintritt des Gleichgewichtszustandes.

Ein solcher Gleichgewichtszustand tritt auch zwischen feuchten festen Stoffen und Luft ein, da die Anziehung der ersteren auf das Wasser mit der Dünnheit der Schicht nach ähnlichen Gesetzen wachsen dürfte, wie das Verschluckungsvermögen der Luft mit der Abnahme der Spannung des bereits aufgenommenen Dampfes abnimmt.

Eine rechnungsmässige Verfolgung des vorliegenden Gegenstandes ist daher erst dann möglich, wenn man die Gesetze, nach welchen das Aufsaugungsvermögen der zu trocknenden Stoffe zich ändert, genau kennt.

An bestimmten Thatsachen bleiben sonach für die Einrichtung eines

Trocknerei nur übrig: die Menge der Wärme, welche zur Verdunstung jedes *kg* Wasser erforderlich ist, die Dampfmenge, welche die Luft im günstigsten Falle aufzunehmen vermag (S. 143), die Wärmemenge, welche erforderlich ist, um die Luft auf die gewünschte Temperatur zu bringen (0,238 W. E. für 1 *kg*), die Zunahme der Verdampfung mit dem Luftwechsel und mit der Oberflächengrösse der von der Luft bespülten Stoffe.

Aber noch eine andere Regel lässt sich aus dem oben Gesagten herausschälen. Da der Feuchtigkeitsaustausch von dem Unterschiede der Verschluckungsvermögen der Luft und des zu trocknenden Stoffes abhängt, so ist ziemlich feuchte Luft noch im stande recht feuchten festen Stoffen Wasser zu entziehen, während sehr trockne Luft angewendet werden muss, um fast trocknen Stoffen einen höheren Grad der Trockenheit zu geben. Sonach ist im allgemeinen zweckmässig, in manchen Fällen geboten, das Gegenstromverfahren anzuwenden, d. h. die trockenste Luft mit den bereits wasserarm gemachten Stoff in Berührung zu bringen, und in dem Masse, in welchem sie sich mit Wasserdampf anreichert, auf den weniger trocknen Stoff wirken zu lassen. Das geschieht in einfachster Weise durch gegensätzliche Bewegung beider Dinge, durch Aneinanderentlangströmenlassen derselben.

Die zu verdunstende Wassermenge bestimmt man am besten durch Versuche, welche im kleinen ausgeführt werden können. Der zu trocknende Stoff ist gegeben; ebenso der zu erzielende Trockenheitsgrad, wenn auch nur durch Umschreibung des hervorzubringenden Zustandes. Man wägt nun einen Versuchsteil, trocknet ihn auf irgend eine Weise bis zum gewünschten Grade und wägt wieder. Der Gewichtsunterschied ist dem Gewicht des verdunsteten Wassers gleich.

Solange die freie Luft zum Trocknen verwendet werden soll, ist man von dem zufälligen Feuchtigkeitszustand derselben abhängig, welcher innerhalb weiter Grenzen schwankt, im Mittel etwa 60% des grössten Feuchtigkeitsgehalts beträgt. Künstliche Trocknung, welche vorherige künstliche Trocknung der Luft bedingt, gewährt sicherern Verlauf.

Die künstliche Trocknung der Luft, d. h. die künstliche Steigerung ihres Verschluckungsvermögens erreicht man am einfachsten und häufigsten durch Temperaturerhöhung derselben. Es lässt sich diese aber nicht beliebig weit treiben, weil die zu trocknenden Stoffe unter zu hohen Temperaturen leiden.

Wolle, Baumwolle und andere Pflanzenfasern erwärmt man nicht gern über 50°, weil eine höhere Temperatur sie barsch macht. Gewebe aus diesen Stoffen werden wohl bis 100° erwärmt, und geringwertiges Holz darf man ähnlich hohen Temperaturen aussetzen. Auch das Papier darf man auf 60 bis 100° erwärmen. Stärke verträgt im nahezu trocknen Zustande 100 bis 110°, nass aber nur 40 bis 50°. Albumin darf, um löslich zu bleiben, nicht über 40° erwärmt werden. Knochen müssen auch, wegen der anhängenden leimbildenden Teile anfangs mit niedriger Temperatur behandelt werden, ertragen aber im nahezu trocknen Zustande bis 120°. Erdige Stoffe, Sand und dergl. können und müssen zum Teil, wenn sie sehr trocken werden sollen, einer sehr hohen Temperatur ausgesetzt werden. Obst dagegen sollte man nie wärmer als 30 bis 40° machen. Die genannten Temperaturgrenzen müssen aus leicht ersichtlichen Gründen auch für die Luft innegehalten werden.

Die Grenzen liegen oben. Der Trockenheitsgrad der Luft wird erzielt, indem man dieselbe von einer niedrigeren Temperatur auf eine höhere erwärmt. Wenn auch das Verschluckungsvermögen der Luft bei niedrigen Temperaturen weniger rasch wächst als bei höheren (S. 144), so wird doch durch vorherige Abkühlung der Luft bis auf eine niedrige Temperatur und darauf folgende Erwärmung die Möglichkeit gewährt, bis zu der gegebenen Temperaturgrenze ein befriedigendes Verschluckungsvermögen der Luft zu schaffen.

Die künstliche Kühlung der Luft erfolgt am einfachsten in Röhren, welche äusserlich von kaltem Wasser bespült werden. Gegenstrom zwischen Luft und Wasser ist empfehlenswert[1]).

In besonderen Fällen greift man zu wassergierigen Stoffen, um die Luft künstlich zu trocknen.

Es kommen in Frage: frisch gebrannter Kalk, Schwefelsäure und Chlorkalzium. Ersterer vermag etwa die Hälfte seines Gewichts an Wasserdampf zu verschlucken, Schwefelsäure je nach ihrer Reinheit verschiedene Mengen. Bei 129° eingedampftes und dann kristallisiertes Chlorkalzium ($Ca\,Cl_2 + 6\,H_2\,O$) kann gleiche, auf 200° erhitztes schaumiges Chlorkalzium ($Ca\,Cl_2 + 2\,H_2\,O$) die doppelte, auf höhere Temperatur erhitztes, geschmolzenes Chlorkalzium ($Ca\,Cl_2$) die dreifache Gewichtsmenge an Wasserdampf aufnehmen. Über die hierzu erforderliche Zeit fehlen brauchbare Angaben.

Behufs vollständiger Ausnutzung des Verschluckungsvermögens ist der Gegenstrom erforderlich, d. h. die Gegenüberstellung der feuchtesten Luft mit dem bereits benutzten, der trockneren Luft mit dem wassergierigerem Verschluckungsmittel.

Schwefelsäure bietet entweder der Luft ihren Flüssigkeitsspiegel dar, oder wird ihr strömend entgegengeführt, wobei kleine Abstürze wirksam sind, die pulverförmigen Stoffe werden entweder einfach ausgebreitet oder auf einem Bande liegend der Luft entgegengeführt, mit dem bei 129° eingedampften Chlorkalzium Tücher getränkt, auf deren Oberfläche die Kristallbildung rasch erfolgt und nunmehr diese Tücher in geeigneter Weise verwendet[2]).

Ist der Trockenheitsgrad der Luft, bezw. ihr Verschluckungsvermögen bekannt, so lässt sich die erforderliche Luftmenge berechnen. Dabei ist nicht zu vergessen, dass niemals gelingt, die Luft mit Wasserdampf zu sättigen. Bei guter Einrichtung und Gegenstrom darf man vielleicht darauf rechnen, bis 75 % der Sättigung zu erreichen, mangelhaftere Einrichtungen dagegen nutzen das Verschluckungsvermögen der Luft oft nur zur Hälfte aus.

Selbstverständlich ist, dass die Luft beim Verlassen der zu trocknenden Stoffe die rechnungsmässige Temperatur haben muss. Ist hier ihre Temperatur aus irgend einer Ursache — vielleicht, weil man die Verdunstungswärme der Luftwärme entnahm — niedriger als früher, so kann nur diese niedrigere Temperatur für das Verschluckungsvermögen in Rechnung gestellt werden.

Aus der berechneten Luftmenge gewinnt man leicht die zur Lufterwärmung, bezw. Luftkühlung erforderliche Wärmemenge. Für die eine Seite der Aufgabe erhält man auf dem vorgezeichneten Wege sichere Zahlen; der zweite Teil derselben, nämlich die Frage: welche Oberflächen-

---

[1]) Trocknen des Holzes: D. p. J. 1878, **230**, 133.
[2]) Vergl. auch D. p. J. 1880, **238**, 315 m. Abb.

grösse muss der trocknenden Luft dargeboten werden, um in einer bestimmten Zeit eine gewisse Menge des Stoffes in vorgezeichnetem Grade zu trocknen, ist nicht allgemein löslich. Die Frage muss für jeden Stoff, für jede Art der Trocknungseinrichtungen, ja für jede Behandlungsweise besonders beantwortet werden, und zwar auf Grund besonderer Versuche.

W. o. wurde schon des Einflusses der Luftbewegung, wie auch der Anziehung, welche das Wasser seitens des zu trocknenden Stoffes erfährt, gedacht.

Für die Raschheit des Trocknens ist nun ausserdem der Weg von Bedeutung, welchen das Wasser zurück zu legen hat, um an die Oberfläche des zu trocknenden Stoffes zu gelangen. Es ist (S. 222) hierzu eine gewisse Zeit erforderlich, welche von dem Feuchtigkeitsgefälle abhängt und dieses darf nicht willkürlich gesteigert werden, in Rücksicht auf die Vorgänge beim Erhärten.

Ist zulässig die zu trocknenden Stoffe zu zertrümmern, so wird hierdurch und durch Rühren oder Wenden nicht allein die Verdunstungsfläche vergrössert, sondern auch der Weg, welchen das Wasser bis zur Körperoberfläche zurückzulegen hat, verkürzt, die Trocknung also wesentlich gefördert. Lockere Stoffe trocknen aus gleichen Gründen weit besser als dichte, namentlich wenn die Luftbewegung so gerichtet ist, dass die Hohlräume derselben durchspült werden.

Die dem Trocknen dienenden Einrichtungen bestehen nicht selten aus entsprechend gelüfteten und geheizten Räumen, die wohl auch als Arbeitsräume dienen und in welchen das zu Trocknende in, den sonstigen Arbeitszwecken dienender Weise aufgehängt oder gelagert werden. Die nötige Wärme liefern in den Räumen aufgestellte Heizkörper, oder eingeführte warme Luft, oder der eingeführte Rauch einer Feuerung, oder endlich gleichzeitig mehrere der angegebenen Mittel. Gewebe, Papier, Garn werden wohl mittels besonderer Vorrichtung aufgehängt oder ausgespannt[1]). Holz, Ziegel, Torf u. dergl. werden aufgeschichtet[2]).

Es ist nun zunächst die Frage zu erörtern, wie der Luftwechsel stattzufinden hat, um eine möglichst gute Ausnutzung der warmen, trocknen Luft zu erzielen. Man ist leicht geneigt sich für das Einführen der trocknen, warmen Luft durch den, oder nahe über dem Fussboden und das Abführen der benutzten Luft durch die oder nahe an der Decke auszusprechen, im Hinblick auf die Thatsache, dass feuchte Luft leichter ist als trockne. Wenn aber wie häufig die Verdunstungswärme der Luft entnommen wird, findet oft eine so bedeutende Abkühlung der in Frage kommenden Luft statt, dass sie, obgleich mit Feuchtigkeit beladen, schwerer wird als die warme, trockne Luft, also dieser nur träge folgt, während letztere den Abluftöffnungen rasch zuströmt, ohne nennenswert genützt zu haben[3]). Es ist daher im allgemeinen zu raten, die Trocknungsluft oben ein- und unten austreten zu lassen[4]). Nur wenn die Eintritts- wie Austrittsöffnungen der Luft und auch die Querschnitte, welche sie auf ihrem Wege zu durchströmen hat, über den Grundriss des Trockenraumes gleichförmig ver-

---

[1]) D. p. J. 1821, **1**, 420 m. Abb.; 1842, **85**, 325 m. Abb.; 1843, 89, 261 m. Abb.; 1876, **222**, 32 m. Abb.; 1878, **227**, 537 m. Abb.; 1879, **233**, 172.

[2]) D. p. J. 1840, **78**, 257 m. Abb.
Z. d. V. d. I. 1886, S. 955 m. Abb.

[3]) Mitt. d. Gewerbver. f. Hannover 1870, S. 70 m. Abb., S. 203.
Z. d. V. d. I. 1871, S. 541.

[4]) D. p. J. 1832, **44**, 63.

teilt sind, die erwähnten Querschnitte auch eng genug sind, um Gegenströmungen zu verhüten, gelingt alle unten eingetretene Luft im wesentlichen auszunutzen. Die Luftbewegung von unten nach oben ist aber zweckmässig, wenn die durch Verdunsten gebundene Wärme der Luft sofort wieder ersetzt oder wohl gar die Luft in möglichster Nähe des zu Trocknenden auf höhere Temperatur gebracht wird.

Gestatten die Natur des zu Trocknenden und die sonstigen Umstände ersteres zu erwärmen, während die Lufterwärmung durch den zu trocknenden Stoff stattfindet, so ist aus leicht zu übersehenden Gründen ebenfalls die Luftbewegung von unten nach oben zweckmässig.

Für besondere Fälle ist vorgeschlagen, die warme, trockne Luft in die Poren des zu Trocknenden zu blasen, bezw. Luft abzusaugen[1]).

Kleinkörnige Stoffe schichten sich so dicht aufeinander, dass sie mit einiger Raschheit entweder nur in sehr dünner Schicht oder auf Horden getrocknet werden können, welche das Durchströmen der Schicht gestatten[2]). Diese Horden werden festgemacht oder schubkastenartig in die Trockenkammer geschoben.

Der Übergang zu den Trockenmaschinen, d h. denjenigen Einrichtungen, welche mit selbstthätiger Beschickung, Weiterförderung und Austragung des zu Trocknenden versehen sind, bilden die kanalartigen Trockenräume[3]). Es werden die zu trocknenden Gegenstände ausserhalb des Trockenkanals auf Wagen gebracht, welche auf Schienen fahrend in den Kanal gelangen und in diesem schrittweise der trocknenden Luft entgegen rücken.

Mit ihnen nahe verwandt sind gewisse Garntrockenmaschinen[4]), bei welchen die Garnsträhne auf Stöcken hängen, die mit ihren beiden Enden auf endlosen, sich verschiebenden Ketten ruhen, so dass die Garnsträhne der trocknenden Luft entgegengeführt werden.

An sie schliessen sich Maschinen, durch welche Stärke[5]), Rübenschnitzel[6]), Holzschliff[7]), Pappe[8]) auf endlosen Tüchern, oder endlosen Horden[9]) durch die Trockenkammer geführt werden, und in dieser nach Umständen von einem höher belegenen Tuch auf ein niedrigeres fallen, so dass die Trocknung in einem Durchgang vollzogen wird. Ebenso gehören hierher diejenigen Einrichtungen, welche aus einem oder mehreren übereinander belegenen rechteckigen, mit selbstthätigen Fortschaufelungsvorrichtungen ver-

---

[1]) D. p. J. 1880, **235**, 241.
The Engineer, Juni 1882, S. 468 m. Abb.

[2]) Für Obst: Z. d. V. d. I. 1867, S. 299; 1868, S. 792; D. p. J. 1876, **220**, 217 m. Abb.; Prakt. Masch. Constr. 1884, S. 307 m. Abb.
Für Stärke: Mitt. d. Gewerbver. f. Hann. 1870, S. 70 m. Abb.
v. Wagner, Stärkefabr. Braunschw. 1886, S. 185 m. Abb.
Für Malz u. Getreide: Prakt. Masch. Constr. 1884, S. 307 m. Abb.
D. p. J. 1882, **243**, 243 m. Abb.; 1886, **261**, 257 m. Abb.
Für Rübenschnitzel: D. p. J. 1885, **255**, 440.
Für Wolle: D. p. J. 1880, **238**, 35 m. Abb.
Für Torf: Mitt. d. Gewerbver. f. Hann. 1858, S. 161 m. Abb.

[3]) Für Holz, Torf u. s. w.: D. p. J. 1840, **76**, 184 m. Abb. (ohne Gegenstrom).
Für Holz: D. p. J. 1881, **240**, 368 m. Abb. (mit Gegenstrom).
„ Ziegel, Cement u. s. w.: D. p. J. 1844, **93**, 98; 1875, **216**, 200 m. Abb.; 1876, **221**, 520 m. Abb.; 1885, **255**, 346 m. Abb.
Für Bleiweiss: D. p. J. 1877, **224**, 293 m. Abb.

[4]) D. p. J. 1870, **198**, 26 m. Abb.; 1886, **259**, 85 m. Abb.
Z. d. V. d. I. 1874, S. 598 m. Abb.

[5]) v. Wagner, Stärkefabr. Braunschw. 1886, S. 186 m. Abb.

[6]) D. p. J. 1886, **259**, 41 m. Abb.

[7]) D. p. J. 1886, **259**, 261 m. Abb.

[8]) D. p. J. 1881, **240**, 32 m. Abb.; 1884, **252**, 407 m. Abb.

[9]) Prakt. Masch. Constr. 1884, S. 328 m. Abb.

sehenen Kanälen bestehen[1]), und jene Gewebetrockenmaschinen[2]), bei welchen breitspannende Nadelketten, Bänder oder auch nur einzelne Walzen das zu Trocknende durch den oft sehr langen kanalartigen Raum führen, decken sich ihres grundlegenden Gedankens nach fast völlig mit den angezogenen Maschinen, bei welchen endlose Tücher Beschickung der Maschinen und Fortbewegung des zu Trocknenden vermitteln.

Auch sind hier die Maschinen zu erwähnen, welche, behufs Trocknens der Gewebketten, Gewebe, des Papiers, der Pappe, diese auf geheizte Walzen legen, bezw. um sie herumführen[3]).

Das Durchschreiten der Trockenräume seitens loser Massen wird vielfach mittels allmählich sich senkender Horden erreicht[4]).

H. Grothe[5]) ordnet die Horden auf dem Mantel einer sich um ihre wagerechte Achse langsam drehenden Trommel an, und erreicht hierdurch neben dem, den älteren Einrichtungen eigenen Gegenstrom eine dauerhaftere Bauart und selbstthätiges Austragen.

Auch wird den Horden Trommelgestalt gegeben[6]), das zu Trocknende (Wolle) mittels weitmaschiger Gewebe auf sie gedrückt und Luft von innen nach aussen geblasen oder gesaugt; auf Gegenstrom muss bei diesem Verfahren verzichtet werden.

Für gewisse Stoffe (Getreide, Kohlen, Rübenschnitzel, Knochen u. s. w.) ist das Umrühren oder Wenden, nach Umständen das Zerlegen der durch das Trocknen vermöge Zusammenklebens gebildeter Ballen, ja das Abkratzen oder Abbürsten des an den Stütz- und Heizflächen haftenden Trockengutes erforderlich.

Das Wenden hat einen doppelten Erfolg. Einerseits bringt es Teile, welche im Haufen versteckt lagen, an die Oberfläche, setzt sie also der unmittelbaren Einwirkung der trocknenden Luft aus, anderseits schiebt es sehr trockne Teile zwischen die verdeckt liegenden weniger trocknen, so dass ein Feuchtigkeitsaustausch zwischen diesen Teilen stattfindet.

Man erreicht es fast ohne bewegliche Maschinenteile bei lockeren Massen durch Fallschächte[7]).

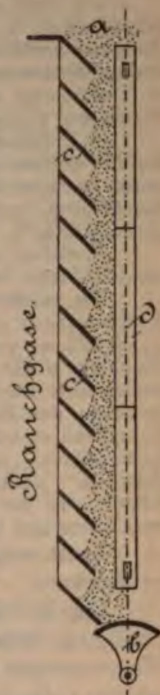


Fig. 531.

Fig. 531 stellt den Grundgedanken der Anordnung in einfacher Weise dar. Bei *a* wird das zu Trocknende eingeworfen; es würde frei herabfallen, wenn nicht der Schieber *b* die untere Öffnung des Schachtes schlösse. So stauen sich die körnigen Massen auf, stützen

---

[1]) D. p. J. 1876, **221**, 523 m. Abb.; 1877, **225**, 449 m. Abb.

[2]) D. p. J. 1876, **222**, 183 m. Abb.; 1881, **239**, 351 m. Abb.; 1884, **251**, 62 m. Abb. Prakt. Masch. Constr. 1885, S. 220 m. Abb.

[3]) D. p. J. 1869, **191**, 359 m. Abb.; 1873, **209**, 409 m. Abb.; 1876, **222**, 224 m. Abb.; 1879, **231**, 551 m. Abb., **232**, 294 m. Abb., **234**, 156; 1883, **250**, 350 m. Abb.; 1881, **240**, 192 m. Abb.; 1884, **251**, 108 m. Abb., 110 m. Abb., **252**, 406 m. Abb.; 1885, **255**, 464 m. Abb.; 1887, **264**, 321 m. Abb. Prakt. Masch. Constr. 1874, S. 58 m. Abb.

[4]) Z. d. V. d. I. 1867, S. 299. D. p. J. 1884, **253**, 455 m. Abb. D. R. P. No. 14489.

[5]) D. p. J. 1884, **251**, 449 m. Abb. Prakt. Masch. Constr. 1884, S. 152 m. Abb.

[6]) D. p. J. 1887, **263**, 25 m. Abb.

[7]) D. R. P. No. 9582; No. 10956. D. p. J. 1884, **252**, 162 m. Abb., 299 m. Abb., 371 m. Abb. Prakt. Masch. Constr. 1884, S. 453 m. Abb.

sich gegen die schrägen Wände *c* und bleiben, vermöge der zwischen diesen befindlichen Zwischenräume der Luftbespülung an einer Seite ausgesetzt, während die andere Seite von dem Heizkörper *d* Wärme aufnimmt. Der Schieber *b* pendelt langsam hin und her, so dass ruckweise eine gewisse Menge des Schachtinhalts unten herausfällt, und in der ganzen Höhe des Schachtes eine Lagenänderung eintritt.

Um ihre wagerechte oder geneigte Achse kreisende Trommeln wenden ihren Inhalt in lebhafterer Weise; die Fortbewegung desselben ist durch die Trommel leicht zu erreichen. Die Trocknung kann entweder durchstreichender vorher erwärmter Luft oder der, von der geheizten Trommel gelieferten Wärme in Verbindung mit nicht vorgewärmter Luft oder beiden Mitteln gleichzeitig überlassen werden [1]).

In Trommeln oder auf kegelförmigen bis ebenen Flächen wirkende Rührwerke wenden ebenso lebhaft und fördern das Gut weiter; sie sind gleichzeitig geeignet nicht allein gebildete Ballen zu zerstören, sondern auch an den Stützflächen haftende Teile abzukratzen. Die gebräuchlichen Formen sind mannigfaltig [2]).

Zuweilen sind auch die Rühr- bezw. Förderungswerkzeuge hohl und werden durch Dampf geheizt [3]).

Die zuletzt angezogenen Quellen beziehen sich zum Teil auf sogenannte Abdampfer, d. h. Vorrichtungen, mittels welcher Flüssigkeiten das Wasser durch Wärme entzogen wird. Der entstehende Wasserdampf wird — wie beim Trocknen durch Luft im allgemeinen — von warmer Luft verschluckt, zuweilen aber auch als solcher fortgeführt. Im ersteren Falle ist von Bedeutung, zwischen der Flüssigkeit und der sie berührenden Luft eine möglichst grosse Oberfläche zu schaffen, was die erwärmten Rührwerke in vorteilhaftester Weise herbeiführen. Aber auch unerwärmte, in die Flüssigkeit tauchende, kreisende Scheiben [4]) wirken in gleicher Richtung, und zwar oft vorteilhafter als jene Rührer, da sie weniger Veranlassung zum Verspritzen der Flüssigkeit, bezw. zum Mitreissen ihrer festen Bestandteile seitens des Luftstromes geben.

Es ist vorgeschlagen worden, mittels überhitzten Wasserdampfes zu trocknen.

Der überhitzte Wasserdampf ist allerdings geeignet, bis zu seiner Sättigung Wasser aufzunehmen. Indessen verschluckt er nennenswerte Wassermengen nur bei hoher Temperatur, die wegen des raschen Verschleisses der betreffenden Überhitzungs-Einrichtungen nur unter grossem Kostenaufwande su erzielen ist. Das Verfahren dürfte sich deshalb nur für solche Fälle handeln, in denen Nebenumstände das Vorhandensein sauerstoffhaltiger Luft verbieten.

---

[1]) Prakt. Masch. Constr. 1884, S. 328 m. Abb.
D. p. J. 1886, **259**, 41 m. Abb.; **261**, 169 m. Abb.

[2]) Feste, geheizte Trommeln, mit Schneckenschaufeln oder Bürsten: Mitt. d. Gewerbver. f. Hannov. 1873, S. 254 m. Abb. Engineering, Juli 1874, S. 35 m. Abb. D. p. J. 1879, **233**, 452 m. Abb.; 1885, **255**, 438 m. Abb.; 1886, **259**, 86 m. Abb., **261**, 256 m. Abb.

Kreisende, ungeheizte Trommeln mit Stahlbürsten: D. p. J. 1885, **255**, 438 m. Abb.

Feste, bezw. bewegliche geheizte Teller und ihnen gegenüber wirkende Schrägschaufeln, schleifende Ketten oder Bürsten: D. p. J. 1882, **243**, 475 m. Abb.; 1884, **254**, 131 m. Abb. Prakt. Masch. Constr. 1884, S. 329 m. Abb.

Desgl. ungeheizte Teller: D. p. J. 1882, **243**, 241 m. Abb.; 1885, **255**, 440 m. Abb., **257**, 319 m. Abb.; 1886, **259**, 5 m. Abb., 260 m. Abb.; 1887, **263**, 329 m. Abb.

[3]) Revue industr. Aug. 1880, S. 323 m. Schaubild, April 1883, S. 153 m. Abb. The Engineer, Juli 1882, S. 41 m. Abb. D. p. J. 1887, **263**, 571 m. Abb.

[4]) D. p. J. 1885, **257**, 405 m. Abb.

c. So wie das Verschlucken des Wasserdampfes seitens der Luft zur Absonderung der Feuchtigkeit von zu trocknenden Gegenständen dient, verwendet man das Lösen, Auslaugen, Verquicken zur Sonderung anderer Körpergemenge. Genau genommen ist das Verschlucken des Wasserdampfes durch die Luft nichts anderes als ein Lösen des ersteren in letzterer, die wirkenden Kräfte sind gleicher Art, das Lösen in einer tropfbaren Flüssigkeit hat ebenso gut eine Grenze, die Sättigung, wie die Wasseraufnahme durch die Luft, und die Vorgänge wie die Verfahren sind sich ähnlich.

Ein Gegensatz liegt jedoch insofern vor, als man durch das Auslaugen nach Umständen mehrere in der betreffenden Flüssigkeit lösliche Stoffe sondert und mindestens eine zweite Sonderung, welche die Flüssigkeit abscheidet, nötig ist, um einen bestimmten Stoff rein zu erhalten.

Die Zeit für das Lösen, bezw. die Menge, welche in der Zeiteinheit gelöst wird, hängt ab von der Berührungsfläche zwischen dem Lösungsmittel und den zu lösenden Körpern; die in der Zeiteinheit gelöste Menge dürfte in geradem Verhältnis zu der erwähnten Fläche stehen.

Anderseits darf angenommen werden, dass die in der Zeiteinheit gelöste Menge im geraden Verhältnis zum Unterschiede des Sättigungsgrades der lösenden Flüssigkeit und der Kräfte, welche den zu lösenden Stoff in seiner bisherigen Gestalt festhalten, steht.

Beide Sätze lassen sich z. Z. nicht rechnerisch verwerten; sie zeigen aber die Wege, auf welchen die Leistungsfähigkeit der betreffenden Einrichtungen gesteigert werden kann.

Zunächst folgt aus ihnen, dass der Gegenstrom auch hier nützlich ist.

Er kommt zur Anwendung, indem man eine Reihe Gefässe stufenförmig aufstellt, so dass die dem Auslaugen (auch zuweilen Aussüssen genannt) dienende Flüssigkeit, meistens Wasser, von dem obersten Gefäss allmählich bis zum untersten fliesst und letzterem entsprechend beladen entnommen wird, während das zu sondernde Gemenge (welches zu dem Zweck in einen Korb gefasst ist) zuerst in dem unteren, dann dem nächst höheren u. s. w., bis schliesslich in dem obersten Gefäss zur Behandlung kommt.

Verträgt die Natur des Gemenges das Einlegen und Ausheben mittels eines Korbes nicht, muss es vielmehr während der Dauer des Auslaugens in ein und demselben Gefäss bleiben, so wird in bestimmten Zeitabschnitten jedes Gefäss eine Stufe höher gestellt und das oberste derselben, dessen Inhalt ausgelaugt ist, entleert.

Für das Auslaugen der Wolle habe ich folgende Einrichtung getroffen[1]), welche vielfach eingeführt worden ist und auch für das Auslaugen anderer Dinge brauchbar sein dürfte.

Zwischen zwei an einer wagerechten Welle befestigten Armkreuzen hängen, nach Art der russischen Schaukel, mittels Schildzapfen die vier Auslaugegefässe 1, 2, 3 u. 4, Fig. 532. Dieselben sind mit Filterböden (sogen. falschen Böden) versehen, um die Flüssigkeit von den festen Teilen frei abfliessen zu

---

[1]) D. p. J. 1875, **218**, 485 m. Abb.

lassen. Das reine Wasser fliesst in das z. Z. in höchster Stellung befindliche Gefäss, welches die nahezu ausgelaugte Wolle enthält. Dieses Gefäss verlassend fällt das Wasser in das hinter, bezw. unter ihm befindliche Gefäss, dessen Inhalt noch nicht so stark ausgelaugt ist, als derjenige des erst erwähnten Gefässes u. s. w.

Nachdem der flüssige Inhalt aus 2 in 3 (Fig. 532) und dann aus 1 in

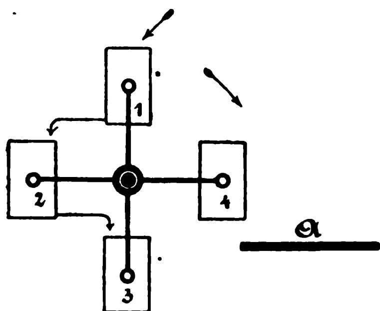


Fig. 532.

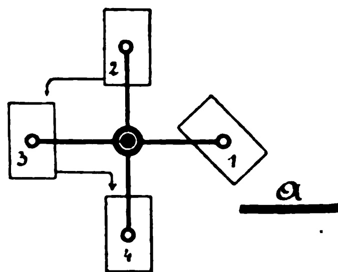


Fig. 533.

2 abgeflossen ist, dreht man das Armkreuz in der Pfeilrichtung um ein Viertel und kippt das über den Beschickungsboden *A*, Fig. 533, gelangte Gefäss 1 behufs seiner Leerung um, beschickt es auch mit neuer Ladung. Vorher wurde das Flüssige aus 3 in das kurz vorher frisch beschickte Gefäss 4, aus 2 in 3 entlassen, und 2 mit frischem Wasser versorgt. Nach einiger Zeit wird ohne Drehung der Armkreuze die Lauge aus 4 entlassen, 4 aus 3, dann 3 aus 2 gefüllt. Man dreht dann das Armkreuz um einen rechten Winkel, entlässt die Lauge aus 4 in das frisch beschickte Gefäss 1, welches jetzt die unterste Stelle einnimmt, ferner 3 in 4, und füllt 3 mit frischem Wasser, während 2 von den ausgelaugten Stoffen befreit und neu beschickt wird u. s. w. So findet mit den 4 Gefässen, ohne Umladung des Inhalts derselben ein 5 maliges Auslaugen statt. Durch Vermehrung der Gefässe ist die Zahl der Auslaugungen beliebig zu steigern.

Vielfach verzichtet man, aus äusseren Gründen, auf eine derartige Gegenstromwirkung, sucht dann aber durch lebhaftes Rühren die Berührungsflächen zwischen der Flüssigkeit und dem zu Lösenden zu vergrössern, wie die in der Nähe des letzteren stark angereicherte Flüssigkeit durch ärmere Lauge zu ersetzen. Insbesondere ist das Gebrauch bei dem Verquicken, d. h. dem Auslaugen der gold- oder silberhaltigen Erze durch Quecksilber, dem sogenannten Amalgamieren.

Aus einer Lauge, welche mehrere Stoffe gelöst enthält, scheidet sich nach Umständen einer derselben durch Kristallisieren in fester Form aus, nachdem durch Eindampfen oder sonstige Mittel der Flüssigkeit die Fähigkeit entzogen wurde, alle aufgenommenen Stoffe in Lösung zu erhalten. Auch diese Erscheinung, welche darauf beruht, dass die gegenseitige Anziehung der gleichartigen Teilchen grösser ist als diejenige, welche die Flüssigkeit ausübt und dabei die verschiedenen gelösten Stoffe sich verschieden verhalten, wird Sonderungszwecken dienstbar gemacht.

d. Das Verschlucken einer Flüssigkeit durch die andere, die Ergiessung beider ineinander oder die Diffusion findet auch statt, wenn dünne durchlässige Wände beide Flüssigkeiten voneinander trennen.

Die Durchströmungsgeschwindigkeit ist aber bei verschiedenen Flüssigkeiten bezw. Lösungen verschieden, ihr Verhältnis ändert sich auch mit der Natur der trennenden Wand, so dass mehrere Verschiedenheiten vorliegen, welche geeignet sind, die eine Flüssigkeit, bezw. die eine Lösung vorwiegend, die mit ihr gemischten in sehr geringem Grade hindurchströmen zu lassen und so eine Absonderung, wenn auch keine völlige herbeizuführen.

Ein näheres Eingehen auf die im Gebrauch befindlichen Verfahren, welche verschiedene Namen führen (Osmose, Dyalise, Diffusion) und technisch vorwiegend bei Gewinnung des Rübenzuckers benutzt werden, dürfte an diesem Orte nicht geeignet sein [1]).

7. Das Mischen.

Das Mischen verschiedener Stoffe kann stattfinden, indem man dieselben in dem bestimmten Mengenverhältnis stromartig zusammenleitet [2]), oder indem man wiederholte Ortswechsel der neben- oder übereinander liegenden Stoffe herbeiführt. Das erst erwähnte Verfahren, welches im wesentlichen auf ein geeignetes Zuteilen (s. w. u.) hinausläuft, kann jedoch eine vollständige Mischung nur einleiten: wenn die Ströme nebeneinander bleiben, so entsteht nicht das, was man ein Gemisch zu nennen pflegt, nämlich eine gleichmässige Verteilung des einen in dem anderen Stoff. Zu der Einleitung des Mischens, welches durch Ortswechsel jedenfalls vollendet werden muss, leistet jedoch jenes Zuteilen wesentliche Dienste.

Allgemeine Vorbedingung für das Gelingen des Mischens und das Erhalten der Mischung ist, dass man solche Umstände vermeidet, welche zum Sondern dienen; die Werkzeuge und sonstigen Mittel, welche das Mischen bewirken sollen, müssen daher die Teile der Gemenge, unbekümmert um deren Natur, möglichst gleichmässig beeinflussen.

Es handelt sich nun darum, an jede Stelle des demnächstigen Gemisches die zu mischenden Stoffe in gleichen Mengenverhältnissen zusammenzubringen. Das könnte geschehen, indem man von jedem der Stoffe in dem gegebenen Verhältnis möglichst kleine Mengen nähme und sie nebeneinander legte. Solches Verfahren verbietet sich aber wegen seiner Umständlichkeit. Mittels Durcheinanerschiebens oder Durcheinanderwerfens sind gleichzeitig grössere Mengen zu bearbeiten und man erreicht durch dasselbe, wenn es lange genug fortgesetzt, einen beliebigen Grad der Mischung. Weshalb solches stattfindet, vermag ich bis jetzt nicht zu erklären.

a. Die Gemengteile werden nach einem anderem Orte verschoben.

Eine im Gemenge sich verschiebende Platte *a*, Fig. 534, zwingt

---

[1]) Wagner-Fischer, chem. Technologie, 12. Aufl., Leipzig 1886, S. 557, S. 573 m. Abb.

[2]) D. p. J. 1885, **255**, 60 m. Abb.

die von ihr getroffenen Teile nach links, rechts oder unten auszuweichen, zwischen die ihnen benachbarten Teile einzudringen, oder an den Rändern der Platte emporzusteigen. Bei genügendem Grade der Nachgiebigkeit verschieben sich auch links und rechts von der Bahn der Platte *a* belegene Gemengteile, dem Drängen der vor der Platte befindlichen nachgebend, hinter die letztere und füllen den dort entstehenden Hohlraum aus. So entsteht eine bogenförmige Strömung, nach Umständen unter Wirbelbildung, welche wechselweises Voreilen, bezw. Zurückbleiben der Gemengteile und gegenseitiges Kreuzen der Bahnen herbeiführen.

Derselbe Vorgang tritt ein, wenn statt einer ebenen Platte *a*,

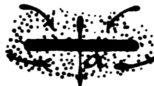


Fig. 534.

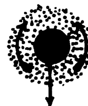


Fig. 535.

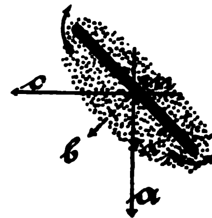


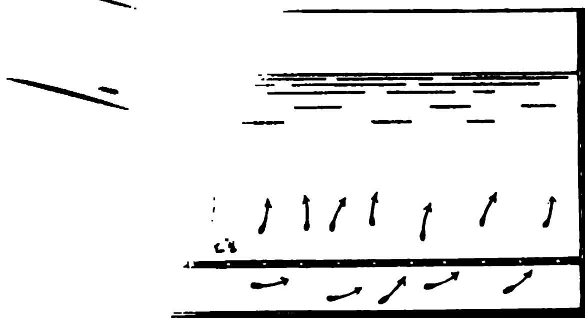
Fig. 536.

Fig. 534, eine gewölbte, ein runder Stab, Fig. 535, oder derartiges z. B. eine Luftblase sich durch das Gemenge bewegt, wenn überhaupt ein gewaltsames Verdrängen der Gemengteile von einem Orte des Gemenges zu einem anderen stattfindet.

Obgleich die einmalige, wie oben beschrieben verlaufende Verschiebung eine Zahl von Verschiebungen nach sich zieht, so bewirkt sie doch nur geringfügiges Mischen; erst vielfache Wiederholung derartiger Umordnungen der gegenseitigen Lage der Gemengteile bringt eine den gestellten Ansprüchen genügende Vollständigkeit des Gemisches hervor.

Der ladungsweisen Ausführung des Mischens mittels der durch die Fig. 534 und 535 gekennzeichneten Vorgänge zieht man häufig das stetige Arbeiten vor. Dieses bedingt ausser den mischend thätigen Verschiebungen der Gemengteile eine Bewegung derselben von der Einwurfsstelle bis zur Austragsöffnung, welche durch folgende Mittel herbeigeführt wird: Die Platte wird schräg zu ihrer grössten Ausdehnung, in der Richtung $\overline{mc}$, Fig. 536, im Gemenge verschoben. Die mischend wirkende Bewegung liegt alsdann in der Richtung $\overline{mb}$, Fig. 536, winkelrecht zur thätigen Platte; eine zweite Bewegung, welche die Richtung $\overline{ma}$ hat, kann zur Weiterförderung des Mischgutes dienen. Stellt sich der Bewegungsrichtung $\overline{ma}$, welche winkelrecht zu $\overline{mc}$ liegt, kein Widerstand entgegen, so gleiten die getroffenen Gemengteile an der Platte entlang und ein Mischen findet nicht statt, sondern nur ein Fördern nach der Austrittsstelle; wird dagegen die Fortbewegung des gesamten Gemenges in der Richtung $\overline{ma}$ verhindert, so dient die Bewegung der Platte ausschliesslich dem Mischen. Nun ist zwar unmöglich, jeden Widerstand in der Richtung $\overline{ma}$ zu vermeiden, wohl aber ihn gering zu machen. Hierdurch

'l Rührstäben oder Flügeln ver-
. . Gefässes[2]).
ug dar, welche für solche Flüssig-
zu sehr angreifen. Die Luft wird
. chen Boden *a* des Gefässes *b* ge-
sie überlagernde Flüssigkeit, sie leb-



n auch dadurch recht gut gemischt,
Pumpe in lebhaften Umlauf setzt[3]).

Fig. 541.

ist die Schraubenflügel-Knetmaschine, der sogenannte
beliebt. Derselbe besteht aus einer senkrechten oder
. Fig. 542, in deren Achse sich die mit schrägen Flügeln
:. Das oben, bezw. an einem Ende eingeworfene Misch-
aschine unten, bezw. am entgegengesetzten Ende. Der
st sich, wie (S. 542) bereits erwähnt, durch Hemmung des
grösser die Knetflügelflächen sind, um so grösser fällt die
nen und dem Mischgut aus, welche bestrebt ist, das letztere
: . Dem steht die Reibung des Mischgutes an der Gefäss-
. ist offenbar nötig dafür zu sorgen, dass letztere Reibung
ere, weil andernfalls der Zweck der Maschine vereitelt werden
.t daher bei glatter Gefässwand die Knetflügel schmal. Bei
wird die Innenseite gleichlaufend zur Achse gerieft; ja, es
nförmige Riefung der Trommelinnenwand, deren Neigung der-
raubenförmigen Knetflügel entgegengesetzt ist, in Anwendung
. n[4]).
r die Reibung vermehrenden Riefen besetzt man auch die Innen-
ommel *a* mit Stiften *c*, Fig. 542; sie wirken, da eine mässige
. Mischgutes unvermeidlich ist, auch die gewünschte Verschiebung
der Achsenrichtung der Maschine stattfindet, ebenso mischend wie

m Thonschneider verwandt ist Weibezahl's Mehlmischmaschine[5]).
.fere Gemenge mischt man mittels Walzen, Fig. 543. Die

'eigknetmasch.: D. p. J. 1887, **263**, 464 m. Abb.
Maischm. für Bierbrauereien: Prechtl, Techn. Encykl. 1857, 1. Er-
band, S. 410 m. Abb.
). p. J. 1850, **117**, 191 m. Abb.; 1863, **167**, 261 m. Abb.; 1879, **234**,
.bb.
). R. P. No. 26177.
). p. J. 1886, **260**, 149 m. Abb.

Seite gleichlaufend mit der Flügel-Achse verschoben wird[1]). Die unten a zogene Werner und Pfleiderer'sche Maschine findet vielfache Anwend zum Mischen, bezw. Kneten solcher Stoffe, deren Teig mässig steif w Fig. 539 u. 540 versinnlichen das Wesentlichste der Maschine in zwei Schnit

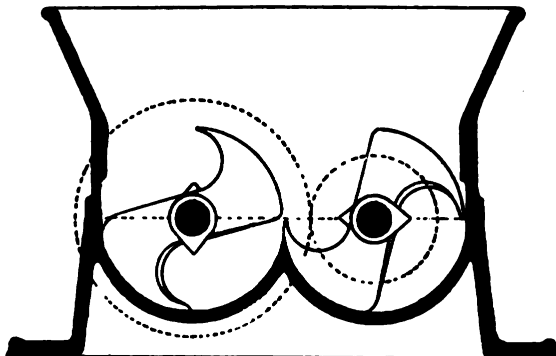


Fig. 539.

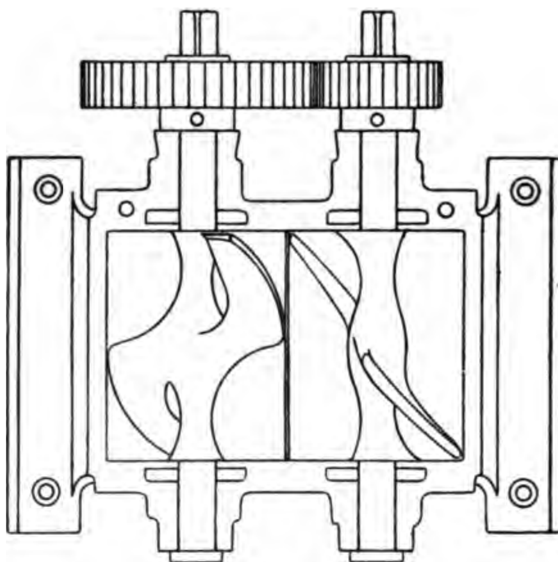


Fig. 540.

In Lagerungen des Troges drehen sich zwei Zförmig gekröpfte Wellen mit ver schiedener Geschwindigkeit gegeneinander und bringen hierdurch weitgehend gegenseitige Verschiebungen der Gemengteile hervor.

Auch lässt man Flügel oder Stäbe um die gleiche Achse in entgegenge

[1]) Teigknetmaschinen: Pinter: D. p. J. 1865, **175**, 187 m. Abb. Werner u. Pfleiderer: Prakt. Masch. Constr. 1882, S. **271** m. Abb.

tzter Richtung sich drehen[1]), oder führt mit Rührstäben oder Flügeln verhene kreisende Wellen um die Mittelachse des Gefässes[2]).

Fig. 541 stellt eine **Luftrühreinrichtung** dar, welche für solche Flüssigiten beliebt sind, die metallne Rührwerke zu sehr angreifen. Die Luft wird it entsprechendem Druck unter den **falschen Boden** *a* des Gefässes *b* geitet und dringt nun in Blasen durch die sie überlagernde Flüssigkeit, sie lebıft durcheinander werfend.

Genügend dünnflüssige Stoffe werden auch dadurch recht gut gemischt, ıss man sie mittels einer (Schleuder-) Pumpe in lebhaften Umlauf setzt[3]).

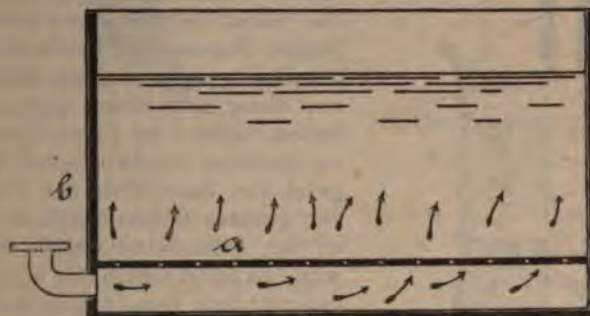


Fig. 541.

Für stetigen Betrieb ist die Schraubenflügel-Knetmaschine, der sogenannte **ıonschneider**, sehr beliebt. Derselbe besteht aus einer senkrechten oder ıgerechten Trommel *a*, Fig. 542, in deren Achse sich die mit schrägen Flügeln rsehene Achse *b* dreht. Das oben, bezw. an einem Ende eingeworfene Mischıt verlässt die Knetmaschine unten, bezw. am entgegengesetzten Ende. Der ad der Mischung lässt sich, wie (S. 542) bereits erwähnt, durch Hemmung des ıflusses regeln. Je grösser die Knetflügelflächen sind, um so grösser fällt die ibung zwischen ihnen und dem Mischgut aus, welche bestrebt ist, das letztere it sich zu nehmen. Dem steht die Reibung des Mischgutes an der Gefässınd entgegen. Es ist offenbar nötig dafür zu sorgen, dass letztere Reibung össer ist als erstere, weil andernfalls der Zweck der Maschine vereitelt werden ırde. Man wählt daher bei glatter Gefässwand die Knetflügel schmal. Bei eiteren Flügeln wird die Innenseite gleichlaufend zur Achse gerieft; ja, es ı eine schraubenförmige Riefung der Trommelinnenwand, deren Neigung dernigen der schraubenförmigen Knetflügel entgegengesetzt ist, in Anwendung ebracht worden[4]).

Statt der die Reibung vermehrenden Riefen besetzt man auch die Innenäche der Trommel *a* mit Stiften *c*, Fig. 542; sie wirken, da eine mässige rehung des Mischgutes unvermeidlich ist, auch die gewünschte Verschiebung esselben in der Achsenrichtung der Maschine stattfindet, ebenso mischend wie lischstäbe.

Mit dem Thonschneider verwandt ist **Weibezahl's Mehlmischmaschine**[5]).

Steifere Gemenge mischt man mittels **Walzen**, Fig. 543. Die

---

1) Teigknetmasch.: D. p. J. 1887, **263**, 464 m. Abb.

2) Maischm. für Bierbrauereien: Prechtl, Techn. Encykl. 1857, 1. Ergänzungsband, S. 410 m. Abb.

3) D. p. J. 1850, **117**, 191 m. Abb.; 1863, **167**, 261 m. Abb.; 1879, **234**, 23 m. Abb.

4) D. R. P. No. 26177.

5) D. p. J. 1886, **260**, 149 m. Abb.

beiden Walzen a und b haben gleiche Geschwindigkeit, drehen sich aber in entgegengesetzen Richtungen, so dass das mit der Geschwindigkeit V eingeführte Gemenge durch die an den Walzen auftretende Reibung zwischen sie gezogen und mit der Geschwindigkeit v ausgestossen wird.

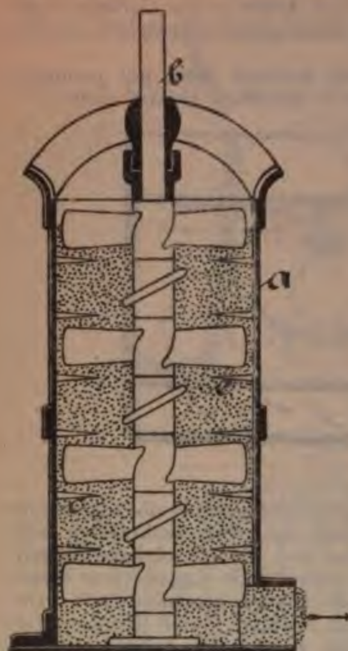


Fig. 542.

Die Geschwindigkeit V ist offenbar viel kleiner als die Austrittsgeschwindigkeit v; die Umfangsgeschwindigkeit der Walzen liegt zwischen beiden. Diejenigen Gemengteile, welche die Walzenoberflächen unmittelbar berühren, werden von dieser mitgerissen, bezw. zurückgehalten, wodurch der Unterschied zwischen der kleinsten Geschwindigkeit des Mischgutes vor, bezw. über den Walzen und der grössten Geschwindigkeit desselben an der Austrittsstelle noch vergrössert wird. Es findet sonach eine entsprechende gegensätzliche Verschiebung der Gemengteile statt. Dieselbe wird noch dadurch vermehrt, dass man die Walzenoberflächen mit tiefen Rillen versieht, so dass sie zahnradartig ineinander greifen (Fig. 544), das Gemenge in allmählich sich verengende Hohlräume fassen und es teilweise aus den bleibenden Spalten hervorpressen.



Fig. 543.

Ein einmaliges Bearbeiten im vorliegendem Sinne genügt meistens nicht; man ordnet alsdann mehrere Walzenpaare übereinander an oder lässt das Mischgut wiederholt durch dasselbe Walzenpaar bearbeiten[1]).

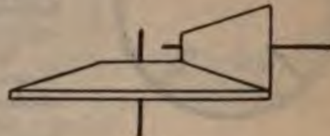
Ähnliches wird erreicht durch Ersatz des Walzenpaares durch ein Kegelpaar, Fig. 545, welches stetig (in der Mitte des stehenden Kegels) oder auch ladungsweise beschickt wird. Die Kegel sind dabei glatt oder gerieft[2]). Ebenso verwendet man nicht selten den Kollergang (S. 359) zum Mischen, bezw. Kneten.

In besonderer Gestalt, wird derselbe zuweilen bei dem Mischen verschiedener Thonarten, bezw. dem Mischen des Thones mit Sand und Wasser benutzt, nämlich als Fahrrad. Es mag die Beobachtung, dass die Räder der Fuhrwerke in vortrefflicher Weise das Regenwasser und die oberflächlichen Bestandteile der Strasse zu einem gleichartigen Kot zu ver-

[1]) D. p. J. 1854, **131**, 436 m. Abb.; 1879, **232**, 10 m. Abb.
[2]) Butterknetmaschine: D. p. J. 1880, **236**, 219 m. Abb.
Mischmühle: Engineering, März 1880, S. 205 m. Abb.

mischen verstehen, zu dem Gedanken, solche Räder zum Mischen des Thones zu benutzen, Veranlassung gegeben haben. Ein entsprechend beschwertes Rad wird zu dem Zweck in einer kreisförmigen, das Mischgut enthaltenden Vertiefung spiralförmig von innen nach aussen, bezw. von aussen nach innen ge-


Fig. 544.


Fig. 545.

fahren. Sein Reif verdrängt nach der in Fig. 534 dargestellten Art, d. h. mischt das Gemenge. Die behufs Hervorbringung des spiralförmigen Wegs notwendige Verschiebung in der Richtung des Halbmessers der Grube wird seit langer Zeit selbstthätig durch eine Schraube[1]) weniger zweckmässig durch die Hand des Arbeiters bewirkt.

b. Körnige bis staubförmige und faserige Stoffe lassen sich auf dem soeben erörterten Wege ebenfalls mischen; man benutzt nicht selten für ihre Mischung dieselben Mittel und wenigstens ähnliche Vorrichtungen. Indessen öffnet die Natur dieser Stoffe einen zweiten, sehr wirksamen Weg zur Erreichung des Zieles, nämlich denjenigen des Durcheinanderwerfens der Einzelkörper.

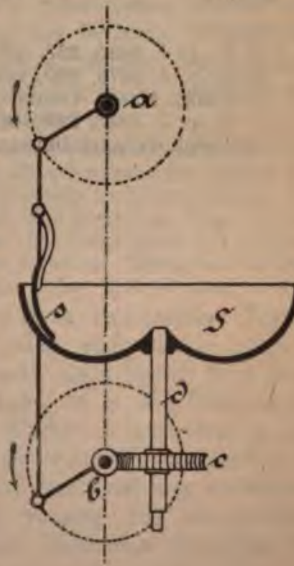


Fig. 546.

In einfachster Weise führt man das Verfahren mittels durch Menschenhand bewegter Schaufeln aus; es heisst sodann Durchstechen oder Umstechen.

Die Zuckermischmaschine, Fig. 546, ahmt die Handarbeit nach. Die Schaufel *s* ist mit den Krummzapfen der Wellen *a* und *b* verbunden, so dass jeder ihrer Teile in einem Kreise sich bewegen muss, deren Halbmesser demjenigen der Krummzapfen gleicht. Hiernach ist der Querschnitt der mit der senkrechten Welle *d* langsam kreisenden Schale *S* angeordnet, so dass die Schaufel *s* leicht auf die Innenfläche der Schale drückend alles, was in ihren Weg kommt, aufnimmt und dann in den Teil der Schale *S* ausschüttet, welcher der Eintrittsstelle der Schaufel *s* gegenüber liegt. Ein Wurm auf der unteren liegenden Welle *b* greift in das Wurmrad *c* und dreht hierdurch die Schale *S*.

Eine gewisse Ähnlichkeit mit der beschriebenen hat die Teigmischmaschine von Datis[2]).

[1]) D. p. J. 1832, **44**, 172 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1885, **258**, 258 m. Abb.

Fig. 547 ist der Querschnitt einer in der Pfeilrichtung kreisenden Trommel, welche mit ihren, in der Richtung des Halbmessers hervorragenden Schaufeln s einen Teil des Trommelinhalts auf eine gewisse Höhe heben und dann auf das übrige herabschütten. Die Mischmaschinen, welche durch die Querschnittsfigur 547 gekennzeichnet sind, werden ihrer durchgreifenden Wirkung halber häufig verwendet[1]). Man vervollkommnet sie wohl dahin, dass die Schaufeln durch schräg auf sie gesetzte Leisten, oder durch schraubenförmige Anordnung die Förderung des Mischgutes von der Einwurf- bis zur Austragöffnung übernehmen, so stetigen Betrieb erreichend[2]); alsdann wird häufig der Mantel festgelegt, während sich die Schaufeln als Polterschnecken drehen[3]).

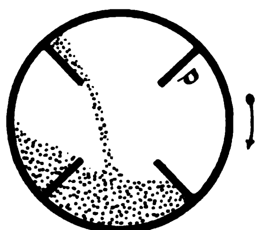


Fig. 547.

Es sei erwähnt, dass auch die S. 520 u. 521 als Waschtrommeln bezeichneten Einrichtungen hin und wieder dem Mischen dienen.

Die Stiftenschleudermühle (S. 349) wirft das Mahlgut lebhaft durcheinander; sie findet daher vielfach als Mischmühle Verwendung, und zwar sowohl in ihrer ursprünglichen als auch in einer abgeschwächten Einrichtung[4]).

In gleichem Sinne, nämlich mittels Durcheinanderwerfens, mischt der Wolf (S. 149) die von ihm bearbeiteten Fasern und Haare.

Bei dem Ordnen der Pflanzenfasern und Haare erfolgt ein gegenseitiges Verschieben derselben und dadurch ein Mischen. Dasselbe lässt sich gut verfolgen bei dem Doppeln und Strecken der Faserbänder (s. w. u.).

---

1) D. p. J. 1885, **258**, 137 m. Abb.; 1886, **260**, 149 m. Abb.
2) D. p. J. 1878, **229**, 249 m. Abb.
3) Prakt. Masch. Constr. 1882, S. 330 m. Abb.
D. p. J. 1886, **260**, 149 m. Abb.
4) Vergl. Formsandmischmasch.: D. p. J. 1884, **252**, 453 m. Abb.

VI. Abschnitt.

Hervorbringen der gegensätzlichen Lagen und Bewegungen der Werkstücke und Werkzeuge, Zuteilen, Abnehmen und Ordnen der Werkstücke.

---

1. Vorbemerkungen.

Die Umgestaltungsarbeiten erfordern gegensätzliche Verschiebungen der Werkzeuge gegenüber den Werkstücken, welche unter Überwindung eines mehr oder weniger grossen Widerstandes stattzufinden haben.

Diese Verschiebungen können durch die menschlichen Glieder hervorgebracht werden, wobei die Ausgleichung des Druckes, welchen das stützende Glied erfährt, mit dem Widerstande, welcher dem thätigen Gliede entgegentritt, oft in einfachster Weise durch die zwischen den Gliedern vorhandene Verbindung gewonnen wird.

Den zu spitzenden Bleistift legt man mit dem zu bearbeitenden Ende auf die gewölbte Fläche des Daumens, während das Messer seitens der Finger derselben Hand geführt wird. Die gelenkige Verbindung zwischen Daumen und Finger leitet den Druck, welchen erstere erfährt, auf kürzestem Wege hinüber zu den das wirkende Messer führenden Fingern. Die linke Hand hat lediglich die Aufgabe, das Hinwegfallen des Bleistiftes zu verhüten. Denselben Vorgang beobachtet man beim Schälen eines Apfels, beim Nähen und Stricken u. s. w.

Räumliche und andere Gründe machen diese unmittelbare Verbindung zwischen stützenden und thätigen Teilen nicht immer möglich. Wenn man aber, auf dem Fussboden stehend, einen Hobel über einen Balken führt, welcher auf dem Fussboden liegt, so ist die Übertragung der Kräfte, welche zwischen Werkzeug und Werkstück auftreten, grundsätzlich dieselbe wie vorhin, nur der Weg ein weiterer: Der Balken ist durch Reibung oder ein anderes Mittel so mit dem Fussboden verbunden, dass er dem Werkzeug nicht auszuweichen vermag und die Reibung zwischen den Sohlen des Arbeiters und dem Fussboden vermittelt die Stützung des Werkzeugs.

Jede Änderung des Bewegungszustandes einer Masse erfordert die Einwirkung einer gewissen Kraft längs eines Weges. Das bietet Gelegenheit sowohl zur (nachgiebigen) Stützung des angegriffenen als auch zur Bethätigung des angreifenden Teiles des Paares: Werkzeug und Werkstück.

Da die lebendige Kraft einer Masse sowohl mittels kleiner Kraft längs eines weiten Weges, als auch mittels grosser Kraft längs eines kurzen Weges überwunden, bezw. hervorgebracht werden kann, so ist das soeben erwähnte Verfahren vortrefflich geeignet zur Überwindung grosser Widerstände durch kleine Kräfte und zur Übersetzung der Kräfte im allgemeinen. In diesem Sinne findet es nicht allein vielfache Anwendung bei den einfachsten Werkzeugen, sondern auch den verheerendst wirkenden Kriegsmitteln.

Wenn auch die menschlichen Glieder nach entsprechender Ausbildung grosse Befähigung für die Handhabung der Werkzeuge und Werkstücke erhalten, so sind sie doch in den meisten Fällen ergänzungsbedürftig. Ihre Kraft oder ihre Geschwindigkeit ist zu gering, sie sind ihrer Aufgabe gegenüber zu zart oder zu plump, ihre Oberflächen sind den Temperaturen, bezw. sonstigen Zuständen der Werkstücke, oder der, für den zeitig vorliegenden Zweck erforderlichen Werkzeuge nicht gewachsen.

Das bedingt die mannigfachsten Zwischenmittel, vom Zängelchen bis zum Schraubstock, vom Hammerstiel bis zur Werkzeugmaschine, vom Löffel bis zur Giesspfanne u. s. w.

Bei Bearbeitung der Sammelkörper ist in gewissem Grade eine gleichartige Lage derselben erforderlich, sie müssen geordnet werden. Die Art der verlangten Ordnung ändert sich nicht selten nach jedem einzelnen Arbeitsvorgange. Obgleich dieses Ordnen fast ausnahmslos mittels der menschlichen Glieder in Verbindung mit den soeben erwähnten Ergänzungen auszuführen ist, zieht man doch in vielen Fällen vor, besondere Werkzeuge einzuschalten, welche die Ordnung oder den Wechsel derselben rascher oder sicherer, oder in beiden Richtungen vorteilhafter hervorbringen.

Fast jede Bearbeitung soll innerhalb bestimmter Grenzen bleiben, welche nach dem Augenmass, dem Gefühl oder dergl. zu bestimmen sind, bei verlangter grösserer Genauigkeit aber nur unter Benutzung des Messens gewonnen werden können und zweckmässig auf dem Werkstück vorgezeichnet werden. Mehr oder weniger selbstthätige Einrichtungen lassen ohne ungenaueres Arbeiten auf das Vorzeichnen verzichten, indem sie, vermöge fester gegenseitiger Führungen des Werkzeugs gegenüber dem Werkstück und Begrenzung des gegensätzlichen Weges die Bearbeitung innerhalb der verlangten Schranken halten.

Die Aufbereitung der Sammelkörper lässt nötig oder doch wünschenswert erscheinen, dass den Werkzeugen in derselben Zeit gleiche Mengen zur Bearbeitung dargeboten werden. Diesem Zuteilen oder Speisen dienen, je nach Umständen, die menschlichen Glieder allein, welche nach Schätzung die erwähnte Gleichförmigkeit bewirken, oder die entsprechend ausgerüsteten Glieder, oder endlich mehr oder weniger selbstthätige Einrichtungen.

Das Bearbeitete soll auch regelmässig abgeführt werden, um der neuen Speisung Raum zu geben; man will dabei zuweilen für eine folgende Arbeit vorbereiten, oder die Ware für den Versand vorrichten, so dass mit dem vorliegenden Zweck häufig andere Zwecke in enger Beziehung stehen.

Wenn man nun auch geneigt ist, die Lösungen aller der hier zu

gedeuteten Aufgaben aus der allgemeinen Aufbereitungskunde zu verweisen, so muss man doch zugestehen, dass sie in ganz erheblichem Grade die eigentlichen Aufbereitungsarbeiten zu fördern geeignet sind und die Wahl des Bearbeitungsverfahrens selbst wesentlich beeinflussen. Ausserdem enthalten die betreffenden Vorgänge sehr viel Gemeinsames. Beide Umstände zusammengenommen rechtfertigen die Aufnahme einer Übersicht derselben an dieser Stelle genügend.

2. Ausgleichung der Kräfte.

A. Ausgleichung durch Massen.

a. Thätige Massen werden entweder mit dem Werkzeug fest verbunden, oder treffen dasselbe erst bei Beginn ihrer Wirksamkeit.

Das erstere ist der Fall bei Beilen (S. 387), Äxten (S. 386), Hämmern (S. 302, 306) u. s. w. Die mit dem Werkzeug ein Ganzes bildende Masse wird mittels des Stieles oder Helms im Bogen längs eines grösseren Weges bewegt, und die hierbei aufgespeicherte Arbeit längs eines kurzen Weges seitens des Werkzeuges, bezw. des widerstehenden Werkstückes verbraucht. Je kürzer der letztere Weg gegenüber demjenigen ist, welchen die Masse zurücklegt, bevor das Werkzeug angreift, um so grösser ist im allgemeinen die verfügbare Kraft, da in der Regel mit letzterem Weg die Geschwindigkeit der Masse zunimmt.

Nimmt man den Widerstand, welchen das Werkzeug seitens des Werkstückes auf dem Wege s findet, als unveränderlich gleich p an und nennt die vorher auf die Mitte der Masse längs des Weges S wirkende Kraft P, ferner $\frac{G}{g}$, d. h. Gewicht durch die Zahl 9,81, welche die Beschleunigung des freien Falles ausdrückt, die Masse und v die sekundl. Geschwindigkeit der Masse bei dem Angriff des Werkzeuges, so ist:

$$p \cdot s = P \cdot S = \frac{G}{g} \cdot \frac{v^2}{2}$$

Diese Gleichung giebt den nötigen Anhalt für die Wahl der Grössen P und S, bezw. G und v.

Indes darf nicht übersehen werden, dass bei dem Angriff des Werkzeugs ein Stoss zwischen seiner Vorderfläche und der von dieser getroffenen Werkstückfläche stattfindet, da die getroffenen Teile vermöge ihrer Massen-Trägheit nur dann so rasch ausweichen, wie das Werkzeug es verlangt, wenn ein sehr grosser Druck ausgeübt wird. Infolgedessen wird p im ersten Zeitteilchen des Auftreffens grösser als später, und zwar um so mehr, je grösser die Geschwindigkeit v ist. Dieser Umstand spielt bei schneidenden Werkzeugen wegen der Kleinheit ihrer Vorderfläche keine Rolle, dagegen eine bedeutende bei den Schmiedehämmern. Sie beeinflussen die Oberfläche des Werkstückes viel mehr als das Innere desselben, und zwar in um so höherem Grade, je grösser v ist. Für Schmiede-

hämmer — wie manche andern Werkzeuge — genügt sonach nicht, dem Produkt $\frac{G}{g}\,\frac{v^2}{2}$, bezw. $P.S$ eine bestimmte Grösse zu geben, sondern es ist je nach dem Arbeitszweck die Geschwindigkeit v grösser oder kleiner zu machen und hiernach die Masse $\frac{G}{g}$ zu wählen.

Die Dauer der Berührung des stossenden Werkzeugs ist unter Umständen eine sehr geringe; bei unmittelbarer Berührung des Hammers mit dem Amboss, wenn also ein eigentliches Werkstück fehlte, beobachtete man[1]) bei

0,0003 m Fallhöhe, ($v = 0{,}076$ m): 0,0003 Sek.
0,0016 „ „ ($v = 0{,}177$ m): 0,00018 „
0,102 „ „ ($v = 1{,}41$ m): 0,00011 „
0,710 bis 1,22 „ „ ($v = 3{,}73$ m bis 4,57 m): 0,00008 Sek.

Berücksichtigt man, dass bei Beobachtung so ungemein geringer Zeiten erhebliche Fehler kaum zu vermeiden sind, so kann man auf Grund dieser Zahlen zu der Vermutung kommen, dass die Berührungsdauer im umgekehrten Verhältnis zur Quadratwurzel aus der Stossgeschwindigkeit steht. Jedenfalls nimmt sie ab, wenn die Geschwindigkeit v wächst. Ein mässiger Schlag eines Handhammers gegen einen Ambos ergab 0,00027, ein starker Schlag 0,00019 Sekunden Berührungsdauer.

Nun ist zweifellos die Berührungsdauer eine wesentlich grössere, wenn der Hammer auf ein weiches Schmiedestück statt auf den harten Amboss fällt; sie nimmt zu mit der Weichheit des Werkstückes. Das fällt jedem auf, welcher das Schmieden verschieden harter Gegenstände aufmerksam beobachtet. Immerhin ist jedoch die Zeit, während welcher der Hammer zu wirken vermag, eine kleine.

Je dünner das Werkstück ist, um so näher also seine Teile der getroffenen Oberfläche liegen, je weniger wichtig ist der erwähnte Umstand für die Bearbeitungsweise.

Soll ein dicker Gegenstand vorwiegend an seiner Oberfläche oderderen Nähe umgestaltet, oder dort sein Gefüge verdichtet werden, so wählt man eine grosse Geschwindigkeit und ein kleines Gewicht des anstossenden Werkzeugs (vergl. das S. 309 zum Nieten Gesagte), soll dagegen die Wirkung möglichst tief eindringen, so ist der Hammer schwer zu machen, um bei geringer Stossgeschwindigkeit den verlangten Druck zu erzielen.

Auch die Natur der stossenden Fläche ist von Einfluss auf die in Rede stehende Wirkungsart des Stosses. Eine elastisch weiche Hammerfläche wird bei dem ersten Anprall zurückgedrängt, tritt aber in dem Grade wieder hervor wie der Druck geringer wird. Das führt offenbar zur Milderung des Anfangsdruckes und verteilt die Arbeit auf eine längere Zeit, vermöge wessen, ebenso wie bei geringerer Stossgeschwindigkeit, der Druck Zeit gewinnt in grössere Tiefe vorzudringen.

In diesem Sinne verwendet man für manche Zwecke hölzerne (S. 304) oder je nach Umständen aus Horn, Elfenbein oder dergl. gefertigte Hämmer. Bei gleicher Ankunftsgeschwindigkeit wirken derartige Hämmer weniger auf die Oberfläche des Werkstückes, mehr auf die Tiefe desselben, als stählerne Hämmer.

Unter Vernachlässigung kleinerer Hämmer sei hier, um einen Anhalt für die gegenüber der Kraft eines Schmiedes zulässigen Hammergewichte zu geben, vermerkt, dass der mit einer Hand geschwungene Handhammer etwa 2 kg, der mit beiden Händen bediente Zuschlaghammer 6 bis 10 kg, selten bis 12 kg wiegt.

---

[1]) D. p. J. 1885, **257**, 263.

Schwerere Hämmer können nicht mehr mittels der Hand geschwungen rden.

Zuweilen sucht man dem Arbeiter das Aufheben des Hammers zu sparen. sdann wird letzterer an eine Feder gehängt, welche stark genug ist, um den mmer empor zu heben. Der Arbeiter hat sodann den Hammer — meistens ttels des Fusses — niederzuwerfen und gleichzeitig die Spannung der Feder überwinden. Man nennt die Einrichtung Wipphammer[1]).

Schwere Hämmer werden durch windenartige Vorrichtungen mittels der nd oder durch Maschinenkraft gehoben.

Alter Gewohnheit gemäss hat man zunächst den Helmhammer hierfür glich gemacht, indem man den Helm oder Stiel mit zwei seitlich vorstehen- n Zapfen versah und entweder auf das über die Zapfen hervorragende Stück s Helmes (Schwanzhammer) oder den zwischen den Zapfen und dem eigent- hen Hammer befindlichen Helmteil (Aufwerfhammer), oder endlich den er den Hammer vorspringenden Teil des Helmes (Stirnhammer) die umen einer Welle einwirken liess.

Diese Hammerarten sind zurückgedrängt, teils weil die lebendige Kraft s Helmes nicht geradeswegs durch das Werkstück aufgenommen wird, wo- rch erhebliche Erschütterungen des Helmes entstehen — hat man doch des- lb sogar für Handhämmer vorgeschlagen, den Helm als Feder auszubilden[2]) teils weil die Zugänglichkeit der Arbeitsstelle bei diesen Hämmern eine un- queme Beschränkung erleidet, teils endlich weil die Hammerbahn je nach r Dicke des Arbeitsstückes eine verschiedene Neigung zur Ambosbahn einnimmt.

An ihrer Stelle sind die Gleishämmer (welche auch Parallelhämmer nannt werden) herrschend geworden, d. h. solche Hämmer, welche längs rader, meistens senkrechter Gleise geführt werden.

Man hebt den Hammer (hier Bär genannt) an einem biegsamen Bande[3]) er einer steifen Stange[4]) empor und lässt ihn aus einer gewissen Höhe auf s Werkstück niederfallen. Das w. o. (S. 551) erwähnte Produkt ist dann in nen beiden Teilen: der Masse einerseits und der Hubhöhe anderseits, soweit n Reibungswiderständen abzusehen ist, genau gegeben.

Diese Maschinenhämmer haben eine ausgedehntere Anwendung nament- h durch die Erfindung Nasmyth's[5]) erfahren, nach welcher der Bär un- ittelbar an die Stange eines Dampfkolbens gehängt wird.

---

[1]) Prakt. Masch. Constr. 1887, S. 222 m. Abb.

[2]) The Engineer, Nov. 1883, S. 565 m. Abb.

[3]) Nellinger, D. p. J. 1843, **90**, 8 m. Abb.
Vaughan, D. p. J. 1858, **147**, 255 m. Abb.
Gouéry u. Guérin, D. p. J. 1861, **160**, 5 m. Abb.
Künne, Z. d. V. d. I. 1870, S. 751 m. Abb.
Zech, D. p. J. 1878, **227**, 526 m. Abb.
H. Meier, D. p. J. 1881, **239**, 83; 1883, **248**, 489 m. Abb. Z. d. V. I. 1882, S. 93 m. Abb.
Robelet, D. p. J. 1881, **240**, 8.
Kircheis, D. p. J. 1882, **244**, 190 m. Abb.; 1884, **251**, 468 m. Abb.
Cuthbert, D. p. J. 1882, **245**, 493 m. Abb.
Massey, D. p. J. 1884, **252**, 272 m. Abb.
Henckel, Z. d. V. d. I. 1884, S. 965 m. Abb.; 1886, S. 545 m. Abb. p. J. 1885, **256**, 110 m. Abb.

[4]) Samml. von Zeichnung. f. d. Hütte, 1855, Taf. 7.
Z. d. V. d. I. 1870, S. 751 m. Abb.
Stiles & Parker, D. p. J. 1874, **213**, 458 m. Abb.
Max Hasse, D. p. J. 1879, **234**, 364 m. Abb.
Massey, D. p. J. 1882, **245**, 493 m. Abb.
v. Dreyse, D. p. J. 1883, **247**, 15 m. Abb.
Bemington, D. p. J. 1884, **253**, 16 m. Abb.

[5]) Watt schlug bereits 1784, Deverel 1806 vor, den Bär unmittelbar an Stange eines Dampfkolbens zu hängen. Nasmyth gelang seit 1838 die

Der frei niederfallende Bär bedarf einer gewissen, nicht zu verkürzenden Zeit für den Weg nach unten. Indem man aber während des Niederfallens Dampf auf die obere Seite des Kolbens wirken lässt, wird die Dampfgeschwindigkeit des Bärs vergrössert, mit ihr die in ihm aufgespeicherte Arbeit und und seine Schlagwirkung[1]). Statt des Dampfes kann natürlich gespannte Luft zum Heben wie zum Niederwerfen eines Hammers dienen[2]).

Man hat auch den Wipphammer als Vorbild zur Anordnung anderer Maschinenhämmer benutzt, indem der Bär durch die Elasticität des Dampfes[3]) oder durch Federn, nachdem er rasch niedergeworfen, rasch wieder emporgehoben wird.

Endlich finden sich zahlreiche Anordnungen von Maschinenhämmern, bei denen durch Metall- oder Luftfedern eine grosse Geschwindigkeit, bezw. Schlagzahl ermöglicht wird[4]). Alle diese rasch schlagenden Hämmer sind aus weiter oben angegebenen Gründen nur für oberflächliche Bearbeitungen oder für Umgestaltungen verhältnismässig dünner Gegenstände verwendbar. Bei den gewaltigen Dampfhämmern, welche zur Verdichtung des Gefüges der Stahlblöcke dienen, wird der Bär durch den Dampf nur gehoben und fällt dann frei herab[5]).

Wenn schon bei mit dem Werkzeug fest verbundenen Massen die beim Auftreffen des Werkzeugs auf das Werkstück entstehende Stosswirkung zweckwidrige Erscheinungen hervorruft, dann ist solches noch mehr zu erwarten, sobald die für sich bewegte Masse erst die Trägheit des Werkzeugs überwinden muss, um dieses zum Angriff zu zwingen.

In richtiger Erkenntnis dieser Thatsache wählt man beim Schmieden im Gesenk (S. 285) stets schwere Hämmer, und versieht die Hämmer oder Schlägel, mittels welcher Loch- und Stechbeitel, Schlag- und Scharriereisen (S. 334) gegen das Werkstück getrieben werden, womöglich mit elastisch weichen Bahnen, wenn sie nicht ganz aus Holz anzufertigen sind.

Einführung des Dampfhammers. Vergl. Z. d. V. d. I. 1860, S. 6; 1863, S. 204 m. Abb.

Andere geschichtliche Angaben finden sich in Mitt. d. Gewerbver. f. Hannover 1863, S. 236 m. Abb.

1) Daelen, Polyt. Centrabl. 1858, S. 567 m. Abb.
Moroison, Z. d. V. d. I. 1865, S. 622 m. Abb. Prakt. Masch. Constr. 1872, S. 113 m. Abb.
Schwartzkopff, Wiebe's Skizzenbuch 1870, Heft 4, Bl. 2.
Sellers, D. p. J. 1872, **205**, 22 m. Abb.; 1874, **212**, 382 m. Abb.
Massey, D. p. J. 1874, **213**, 286 m. Abb.; 1878, **229**, 502 m. Abb.
Stevenson, D. p. J. 1885, **258**, 44; The Engineer, Bd. 59, S. 379 m. Abb.
Henkels, Z. d. V. d. I. 1886, S. 546 m. Abb.

2) Grimshaw, D. p. J. 1866, **179**, 7 m. Abb.
Allen & Roeder, D. p. J. 1878, **230**, 101; 1879, **231**, 306 m. Abb.
Sturm, D. p. J. 1880, **236**, 198 m. Abb.
Groh u. Rath, D. p. J. 1883, **248**, 154 m. Abb., **249**, 106 m. Abb.

3) Türk, Annales des mines, 5. Ser., Bd. 8, S. 533 m. Abb.
Farkot, D. p. J. 1859, **152**, 403 m. Abb.
Robson (Gashammer), Z. d. V. d. I. 1887, S. 825 m. Abb.

4) D. p. J. 1865, **176**, 176 m. Abb.; 1874, **213**, 194 m. Abb., **214**, 429 m. Abb.; 1875, **215**, 397 m. Abb.; 1878, **227**, 426 m. Abb., 524 m. Abb.; 1882 **244**, 430 m. Abb., 492 m. Abb.; 1883, **248**, 314 m. Abb.
Z. d. V. d. I. 1885, S. 810 m. Abb.; 1886, S. 544 m. Abb., S. 707 m. Abb.; 1887, S. 103 m. Abb.

5) Creusot, 80 t. D. p. J. 1878, **229**, 408 m. Abb.

b. Als **widerstehende Masse** kommt zunächst diejenige des Werkstückes in Frage; sie genügt in vielen Fällen dem Zweck. Andernfalls wird die Masse eines gegen das Werkstück gehaltenen Hammers, eines **Gegenhalters** oder dergl., oder endlich die besondere Art des Gegenhalters, welche **Amboss** genannt wird, zu Hilfe genommen.

Über die erforderliche Grösse der in Rede stehenden Masse lässt sich folgendes sagen.

Es sei der Gegenhalter oder Ambos A, Fig. 548, so aufgehängt, dass er aus seiner Ruhelage unter Beibehaltung seiner Richtung ausweichen kann, dabei aber gehoben wird. Die Aufhängung des Hammers oder Bäres B sei eine gleiche, so dass derselbe aus irgend einer Höhe

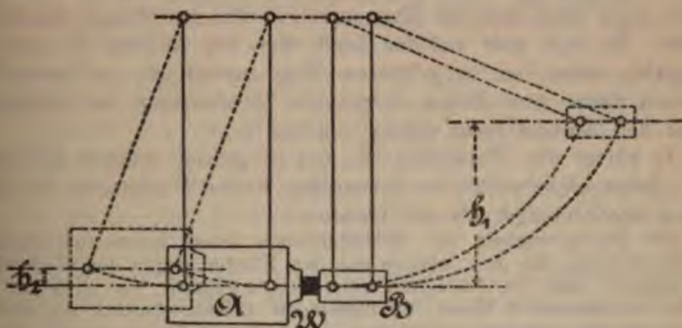


Fig. 548.

niederfallend das gegen die Ambossbahn gelehnte Werkstück W trifft und in diesem Augenblicke Amboss- und Hammerachse zusammenfallen. Das Gewicht des Hammers sei G, dasjenige des Ambos Q, dasjenige des Werkstückes sei so klein, dass es gegen Q vernachlässigt werden kann.

Nachdem der Bär B die Höhe h_1 durchfallen hat, ist in ihm die Arbeit $G \cdot h_1$ aufgespeichert; er trifft auf das Werkstück, welches wegen der Trägheit der Ambosmasse $\frac{Q}{g}$ einen entsprechenden Druck erleidet, der zu seiner Umgestaltung dient. Dieser Druck nimmt mit der Wirkung ab, indem die Arbeit, welche die Hammerbahn bei Überwindung des vom Werkstück geleisteten Widerstandes leistet, der im Hammer aufgespeicherten Arbeit entnommen wird. Hat er sich bis zur Grösse des vom Werkstück geleisteten Widerstandes vermindert, so hört die Umgestaltung des letzteren auf; der Rest der im Hammer aufgespeicherten Arbeit ist für die Umgestaltung nicht mehr verwendbar. Er dient teils zum Zurückwerfen des Hammers, teils zum Fortschieben des Amboss. Aber schon vor Eintritt dieses Zeitpunktes fand ein Arbeitsverlust statt, indem der vom Amboss geleistete Gegendruck der Masse des Amboss eine Geschwindigkeit erteilte, vermöge welcher derselbe zurückwich. Dieser Arbeitsverlust, sowie derjenige Teil des ersterwähnten, welcher auf den Amboss entfällt, dienten zum Emporheben des Amboss um die Höhe h_2, so dass

der durch den Amboss veranlasste Gesamtarbeitsverlust durch den Ausdruck: $Q \cdot h_2$ wiedergegeben wird. Er ist offenbar gleich der Summe der Produkte der auf den Amboss wirkenden Drücke und den Wegen, welche die Ambossbahn während der Dauer der Drücke zurücklegt, oder wenn man mit P den veränderlichen Druck, mit ds den unendlich kleinen Weg bezeichnet, längs welchem P als gleichbleibend angesehen werden kann:

$$Q \cdot h_2 = \int P \cdot ds.$$

Das lässt sich leider nicht rechnungsmässig verwerten; man kann aber aus diesem Satz schliessen, dass unter sonst gleichen Umständen die Drücke P um so grösser sein müssen, je kleiner der gesamte Weg ist. Je grösser die Drücke P sind, um so wirksamer ist der Vorgang, um so mehr wird von der Hammerarbeit für den Zweck desselben verwendet. Es liegt aber auf der Hand, dass der Amboss A um so rascher ausweicht, einen um so grösseren Weg zurücklegt, je leichter er ist. Man soll daher zum Zweck möglichster Ausnutzung der aufgewendeten Arbeit den Amboss recht schwer machen [1]).

Je härter das Werkstück ist, um so grösser müssen die Drücke P sein. Daher ist besonders bei Behandlung harter Werkstücke der schwerere Ambos zweckmässiger als der leichtere.

Die Nachgiebigkeit der widerstehenden Masse kann nun dadurch geschaffen werden, das man letztere mit den Händen gegen das Werkstück hält. Man spricht dann im besondern vom Gegenhalter. Es wird ein Teil der in die widerstehende Masse überfliessenden Arbeit während des Stosses von den Armen des Arbeiters aufgehoben, der andere Teil aber, indem der letztere nach stattgehabtem Stoss den Gegenhalter an seinen früheren Ort zurückführt. Man benutzt den Gegenhalter nicht allein bei verschiedenen Metallbearbeitungsweisen, sondern in gleichem Sinne auch in zahlreichen anderen Fällen. Beim Nageln, Keileintreiben u. s. w. wird häufig unter, bezw. hinter das Werkstück ein schwerer Hammer oder dergl. gelegt, um es für die Dauer der mit einem anderen Hammer auszuübenden Schläge zu stützen.

Statt der menschlichen Glieder können federnde Stützen in gleicher Weise dienen.

Sie sind allgemein gebräuchlich bei dem sogenannten Amboss. Der Ambossstock, auf welchem der Amboss ruht, besteht meistens aus Holz, und zwar insbesondere aus senkrecht aufgestellten, weil die Elasticität des Holzes in seiner Faserrichtung grösser ist, als quer gegen dieselbe. Die elastische Nachgiebigkeit des Ambossstockes muss so gross sein, dass die Fläche, auf welche der Ambossstock sich stützt, nicht über ihre Festigkeit hinaus in Anspruch genommen wird. Hiernach bestimmt sich die Länge des Ambosstockes. Leider ist bis jetzt nicht möglich auf Grund der Elasticitätslehre die auftretenden Drücke zu berechnen; man muss sich mit Erfahrungswerten begnügen.

Die Drücke, welche auf die den Ambossstock tragende Fläche übertragen werden, sind jedoch nicht allein insofern zu beachten, als sie der Festigkeit derselben gefährlich werden können, sondern auch wegen der Erschütterungen, welche sie hervorrufen. Sie werden, was aus dem Gesagten genügend hervorgeht, um so geringer, je elastischer der Ambosstock ist. Man setzt daher solche Ambosse, welche nicht durch unmittelbare Stützung des Ambosstockes auf die Erde getragen werden können, auf dünne federnde Bretter, auf stählerne Federn u. s. w.

---

[1]) Vergl. Kick, D. p. J. 1885, 257, 261 m. Abb.
Karmarsch & Heeren's techn. Wörterbuch, 3. Aufl., Bd. 3, S. 54 m. Abb.

Man macht das Ambossgewicht, wenn Schmiedeisen bearbeitet werden soll, etwa:

$$Q = 6 \,.\, h \,.\, G = 6 \frac{G}{g} \frac{v^2}{2}; \text{ mindestens aber} = 8 \,.\, G$$

wenn Stahl geschmiedet werden soll:

$$Q = 10 \,.\, h \,.\, G = 10 \frac{G}{g} \frac{v^2}{2}; \text{ mindestens aber} = 10 \,.\, G.$$

Es ist hierbei das Ambosgewicht Q wie das Hammergewicht G in kg, die Fallhöhe h in m und die Stossgeschwindigkeit v in m sekundlich ausgedrückt.

Bei sehr schweren Hämmern fällt hiernach Q sehr gross aus. Dann pflegt man die der Abnutzung unterworfene, auch aus anderen Gründen auszuwechselnde Ambossbahn getrennt von dem eigentlichen Amboss, gewissermassen als Stöckchen auszuführen. Es ist gebräuchlich geworden, den auswechselbaren Teil insbesondere Amboss zu nennen, während der die widerstehende Masse enthaltende Teil, welcher eigentlich Ambos heissen sollte, den hässlichen Namen Chabotte (oder gar Schawatte) führt. Es dürfte zweckmässiger, weil zutreffender sein, den Namen Unteramboss zu benutzen.

Würde man zwei gleiche Hämmer mit gleicher Geschwindigkeit in entgegengesetzter Richtung auf das zwischengelegte Werkstück wirken lassen, so würden ihre Stösse sich gegenseitig aufheben und jede Übertragung derselben nach aussen hinwegfallen.

Diesen Gedanken hat m. W. zuerst Ramsbottom Körper gegeben [1]. Später sind andere Einrichtungen vorgeschlagen worden [2]. Eingeführt sind dieselben noch nicht.

c. Die Ausnutzung der aufgewendeten Arbeit durch den Stoss ist eine ungünstige; man nimmt an, dass der Hammer nur die Hälfte bis höchstens $^2/_3$ der aufgenommenen Arbeit für den eigentlichen Zweck nutzbar macht.

Noch geringer ist zweifellos die Ausnutzung, wenn das Werkzeug von dem auf dasselbe stossenden Hammer erst in Bewegung gesetzt werden muss.

Diesem Mangel gegenüber zeichnet sich das vorliegende Verfahren durch seine grosse Handlichkeit, sein Anschmiegungsvermögen an verschiedene Gestalten des Werkstückes u. s. w. aus und macht in zahlreichen Fällen jenen Mangel vergessen.

Schneidende Werkzeuge, welche mit der thätigen Masse verbunden sind, dürften überdem eine weit grössere Ausnutzung liefern, als w. o. angegeben ist.

So wird die Ausgleichung der Kräfte durch Massenwirkung auch auf dem vorliegenden Gebiet nicht verschwinden, wenn sie auch durch Vervollkommnung derjenigen Einrichtungen, welche durch Verbindung des Werkstückes und Werkzeuges die Kräfte ausgleichen, manche Einbusse erlitten haben und noch erleiden werden.

B. Ausgleichung durch Verbindung des Werkzeugs mit dem Werkstück.

Sie wird bewirkt, indem einerseits das Werkzeug, anderseits das Werkstück angefasst, bezw. festgehalten und so bewegt werden, wie die

[1]) D. p. J. 1866, **182**, 85 m. Abb.

[2]) D. p. J. 1872, **205**, 501 m. Abb.; 1881, **240**, 6; 1885, **255**, 418 m. Abb.

Arbeitsvorgänge es verlangen, dabei aber die Achsen, um welche Drehbewegungen, oder die Bahnen, längs welchen Verschiebungen stattfinden, so miteinander verbunden sind, dass die Verbindungsteile die thätigen und widerstehenden Kräfte aufnehmen.

Massenwirkungen der sich bewegenden wie der ruhenden Teile spielen nur insofern eine Rolle, als erstere die Standhaftigkeit der letzteren in Frage zu stellen vermögen.

Ein einfaches Beispiel für die in Rede stehende Kraftausgleichung findet man im Gebiss: das zu Kauende wird von den einander gegenüber liegenden Zahnflächen bearbeitet. Letztere sind mit den Kinnbackenknochen verbunden, welche im Gelenk zusammentreffen und durch Bänder gegeneinander bewegt werden. Die Gelenkschere (S. 361), die Kneip- oder Beisszange (S. 375) sind mit dem angezogenen Beispiel verwandt. Der Röhrenabschneider (S. 376) wie die Röhren-Eindichtmaschine (S. 324) lösen die Aufgabe nur zum Teil, indem besondere Mittel der durch des Arbeiters Hand hervorgebrachten Drehkraft entgegengesetzt werden müssen.

In vollkommener Weise und oft äusserst reicher Gliederung findet man das vorliegende Ausgleichungsverfahren bei den Arbeitsmaschinen und zwar sowohl derjenigen, welche im besonderen Werkzeugmaschinen genannt werden, als auch bei den Spinn- und Webmaschinen, den Zerkleinerungsmaschinen u. s. w. angewendet.

Es mögen für den vorliegenden Band diese Andeutungen genügen; im zweiten und dritten Band des Werkes wird sich Gelegenheit bieten, auf den Zweck der Maschine als Stützer und Führer des Werkstückes wie Werkzeuges, und die hierzu dienenden Einrichtungen näher einzugehen.

Hier sollen noch diejenigen Mittel und Einrichtungen besprochen werden, welche behufs Bethätigung des Werkzeugs und Werkstückes zwischen diese und die menschlichen Glieder oder die thätigen, bezw. stützenden Maschinenteile u. s. w. zu treten haben. Sie gehen zum Teil in die Maschine über, so dass eine scharfe Scheidung diesen gegenüber nicht stattfinden kann.

3. Anfassen und Festhalten, Schöpfen und Fassen, Loslassen und Ausgiessen.

A. Die massgebenden Umstände für die Wahl der Mittel und Einrichtungen, welche den in der Ueberschrift genannten Vorgängen dienen, sind:

a. Die Natur des Festzuhaltenden.

An sich feste Einzelkörper gestatten einen solchen Flächendruck, dass oft nur ein verhältnismässig kleiner Teil ihrer Oberfläche für das Festhalten in Anspruch genommen zu werden braucht, weiche Stoffe erfordern grössere Angriffsflächen. Mit Zunahme der Weichheit schwindet die Möglichkeit eines völligen Festhaltens und flüssige Stoffe sind, ausser in sehr dünner Schicht, nur in Gefässe zu fassen. Sammelkörper verhalten sich ähnlich wie halbflüssige Stoffe.

Die Temperatur des Festzuhaltenden ist zuweilen zu schonen-

...ötendes mittels der die Wärme schlecht leiten-
... die Wärmeleitung gemindert werden, um
...tzen — deshalb greift man heisse oder
...hlechter Wärmeleiter (Handschuhe,
mit langen Stielen u. s. w.

... um sie mit derjenigen der
...n. Beilagen oder Backen,
vielfach aus weichen Stoffen

...hwierigeren Ablösens halber, häufig
...ut die mit Brotteig in Berührung
... Geräte für Thonbearbeitung mit Sand
...ngen an, welche zum glatten Abschieben

...Festhaltens.

... spielt die Zeit, welche für das Anfassen, bezw. ... das Loslassen, bezw. Ausgiessen erforderlich ist, ... geringe Rolle; soll dagegen das Festhalten nur sehr ..., so muss den erwähnten, unvermeidlichen Nebenvor-... Aufmerksamkeit gewidmet werden. Diejenigen Mittel, ...tungen, welche den Schluss und die Lösung der hier in ...ten Verbindung in kürzester Zeit vollziehen, verdienen häufig ...ser Eigenschaft allein den Vorzug gegenüber andern, hierfür ...eit in Anspruch nehmenden.

... Die Kräfte, welche das Festgehaltene aus der ihr an-...wiesenen Lage zu rücken versuchen.

d. Der Zweck des Festhaltens.

Die beiden zuletzt genannten Umstände sind so selbstverständlich, ...ss ihre Anführung fast überflüssig erscheint.

Der Zweck des Festhaltens verdient indes noch einige allgemeine ...rörterungen.

Es kann eine gegenüber den einwirkenden Kräften unverrückbare ...age verlangt werden. Dann ist die Lösung der Aufgabe verhältnis-...ässig einfach.

Häufig wird dagegen eine gewisse Nachgiebigkeit verlangt.

Dieselbe kann bestehen, indem in einer oder zwei Richtungen der ...egenstand völlig an seinen Ort gebunden, in anderer Richtung aber ...ehr oder weniger frei beweglich bleibt. Oder das Festzuhaltende giebt ...n einwirkenden Kräften in der Richtung, in welcher sie allein thätig ...t, in genau bemessenem oder nur annähernd genau vorzuschreibendem ...rade nach.

Wenn diese massgebenden Umstände auch für eine eingehende all-...emeine Erörterung geeignet sind, so will ich doch von einer solchen ...bsehen, da bei Besprechung der einzelnen Mittel, bezw. Vorrichtungen ... Beispielen die hier nur angedeuteten Gesichtspunkte zur Geltung ...ommen werden.

B. Festhalten unter Benutzung der Anziehungskraft.

Zum Anfassen, bezw. Festhalten während längerer Zeit dienen das Anschweissen, Anlöten, Anleimen, Ankitten.

Der Schmied zieht häufig vor, behufs Haltens und Wendens des Werkstückes, statt einer Zange eine Eisenstange, die an das Schmiedestück geschweisst wird, zu benutzen, der Glasbläser befestigt das Werkstück mittels eines Glastropfens an das Hefteisen, der Dreher lötet auszubohrende Lagerschalen zusammen, lötet oder kittet nicht selten die Werkstücke an Löt- bezw. Kittfutter. Beim Treiben, Glasschleifen und dergl. sind Kitte, bezw. angemachter Gips die gebräuchlichsten Befestigungsmittel; Holz, Papier werden häufig mittels Leimung festgehalten, und zum Festhalten der Schleifmittel auf Papier oder Leinen (Sand-, Glas-, Schmirgel-Papier oder Leinen) dient der Leim ausschliesslich.

Der Schluss dieser Verbindungen beansprucht wegen des Erhärtens meistens viel Zeit, die Lösung derselben bedingt das Sprengen derselben.

Leicht herstell- und lösbar, aber auch wenig fest sind Verbindungen, welche durch das Anhaften der Flüssigkeiten geschaffen werden.

Ich erinnere an das Netzen der Finger behufs Aufhebens des Papieres, kleiner Münzen und dergl., der Schmirgelhölzer und anderer Schleifwerkzeuge mit Öl, um das Schleifpulver festzuhalten.

Um Tombakabfälle zu Bronzefarben zu verreiben, fügt man Honig hinzu, Farben, Steine u. s. w. netzt man behufs des Vermahlens mit Wasser, Senf mit Essig u. s. w.

Beim Waschen ist das Haften des Wassers für das Gelingen des Vorganges (S. 516) Bedingung.

Endlich ist das vorliegende Verfahren in seiner Anwendung zum Festhalten der Flüssigkeiten zu erwähnen.

Da letztere durch Anziehung nur in dünner Schicht festgehalten werden können, so erfordert das Halten grösserer Mengen derselben sehr grosse Flächen, welche in handlicher Gestalt durch Zusammenlegen vieler Haare (Pinsel), Zweige oder Strohhalme (Löschwedel S. 185) gewonnen, oder von Geweben (Polierballen), oder auch von Naturerzeugnissen (Schwamm) ohne weiteres geboten werden.

Das Anfassen, hier wohl Schöpfen oder Füllen genannt, gelingt in kürzester Zeit, wenn die Flächen von der Flüssigkeit ohne Umstände genetzt werden. Es verlangt aber das Verdrängen der auf den Flächen lagernden Luftschicht (S. 444), wenn erstere trocken sind und längere Zeit der Lufteinwirkung preisgegeben waren. Die Ablösung der Flüssigkeit gelingt rasch durch Ausdrücken oder Auspressen und Ausschleudern, jedoch nicht vollständig (S. 522).

Zum Anfassen, bezw. Festhalten kleinerer Flüssigkeitsmengen dienen einfachere Flächen. So lässt man bei gewissen Schmiervorrichtungen und Wolleinfettungsvorrichtungen Stifte in Öl tauchen und an anderer Stelle das an ihnen haftende Öl abstreifen; bei Schreibfedern[1]) werden die Flächen zu gunsten des Tragens der Schreibflüssigkeit eigenartig gestaltet; Reissfedern[2]) und die ihnen verwandten Rostrale sind in bezug auf das Tragen der Flüssigkeit den Pinseln verwandt. Auch die Auftrag- oder Farbewalze der Drucker gehört hierher.

Bemerkenswert ist die Benutzung der Verschiedenheit des Anhaftens bei dem Steindruck und seinen Verwandten.

Senefelder benutzte kurz vor dem Ende des 18. Jahrhunderts zuerst die Thatsache, dass an einer mit angesäuertem Gummiwasser behandelten (Kalkstein-) Fläche fette Farbe nicht haftet, während sie natürlich von vorher mit

[1]) Sitzungsberichte des Gewerbfleissvereins 1887, S. 58 m. Abb.
[2]) Mitt. d. Gewerbver. f. Hann. 1858, S. 357 m. Abb.
Z. d. V. d. I. 1864, S. 281 m. Abb.; 1878, S. 428 m. Abb.
D. p. J. 1878, 227, 29 m. Abb.

fetter Farbe ausgeführten Lienien ziemlich stark angezogen wird. Er übertrug mittels einer Farbewalze (s. w. u.) fette Farbe auf dem teils in der einen, teils in der anderen Weise behandelten Stein und nunmehr die nur an der Zeichnung haftende Farbe auf das zu bedruckende Papier.

C. Festhalten durch Einklemmen.

a. Art des Einklemmens. Dasselbe kann stattfinden behufs ausschliesslicher Benutzung der durch den Druck der klemmenden Flächen erzeugten Reibung, oder zu dem Zweck, die wirksamen Kräfte winkelrecht zu diesen Flächen auftreten zu lassen, oder endlich, und das bildet die Regel, um je nach Umständen die eine oder die andere der genannten Wirkungsarten, bezw. beide gemeinschaftlich zu benutzen.

Zu dem Zwecke kann die Entfernung der einander gegenüber liegenden Flächen, bezw. Flächenteile unveränderlich oder veränderlich sein.

Da jeder Körper elastisch ist, so wird bei dem Einklemmen seine Abmessung durch den angewendeten Druck in der Richtung desselben verringert. Aber auch die Klemmvorrichtungen sind elastisch nachgiebig. Bei nicht einstellbaren Klemmflächenentfernungen trägt man diesem Umstande dadurch Rechnung, dass der einzuklemmende Gegenstand allmählich in engere Stellen der Klemmvorrichtung getrieben wird.

Als Beispiele mögen das Klemmfutter, der Dorn und die Walze dienen.

Das Klemmfutter, Fig. 549, ist auf die Drehbankspindel *s*, deren vorderes Lager der Buchstabe *l* bezeichnet, geschraubt. Es besteht meistens aus Holz und ist dann vielfach mit eisernen Reifen *r* umzogen. Seine Höhlung, in welche der einzuklemmende Gegenstand *w* eingetrieben wird, ist schwach kegelförmig gestaltet. Da die Höhlung durch Ausdrehen gewonnen wurde, während das Futter in gezeichneter Weise auf der Spindel *s* befestigt war, so vermag man die Achse des Gegenstandes *w*, sofern dieser im wesentlichen kreisförmigen Querschnitt besitzt, ohne besondere Schwierigkeit mit derjenigen der Spindel *s* zusammenfallen zu lassen, so dass das vorliegende zu den selbstausrichtenden Futtern gehört. Indessen ist leicht zu erkennen, dass die Selbstausrichtung um so weniger leicht gelingt, je weniger die Innenfläche des Klemmfutters der Aussenfläche des einzuklemmenden Gegenstandes sich anschmiegt. Dem wird Rechnung getragen durch nach Umständen jedesmaliges Nachdrehen der Höhlung, um sie der Gestalt des einzuklemmenden Stückes anzupassen. Die Befestigung findet statt durch Eintreiben des Gegenstandes *w* in der Achsenrichtung.

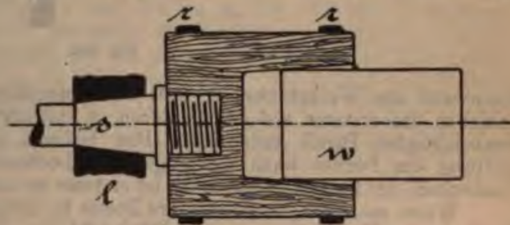


Fig. 549.

Die Befestigung auf dem gewöhnlichen kegelförmigen Dorn ist mit der soeben beschriebenen sehr nahe verwandt. In Fig. 550 bezeichnet *d* den Dorn, welcher zwischen die Spitzen *s* einer Drehbank gespannt ist. Auf dem Dorn sitzt der abzudrehende Ring *r*. Der grösste Teil des Dornes ist verjüngt gestaltet, teils um ihn bequem in die Öffnung des Ringes eintreiben, bezw. aus derselben entfernen, hauptsächlich aber um ein und denselben Dorn für sehr verschiedene Lochweiten verwenden zu können. In der Figur ist nun durch punktierte Linien angedeutet, welche Grenzlage der Ring auf dem Dorn anzunehmen vermag, woraus hervorgeht, dass durch das Aufstecken auf einen solchen Dorn allein keineswegs die gleichachsige Lage des Loches und Dornes

gewonnen wird. Gegenstände, welche genau **aufgespannt** werden sollen, erfordern einen genau walzenförmigen Dorn *d*, Fig. 551, solcher Dicke, dass die

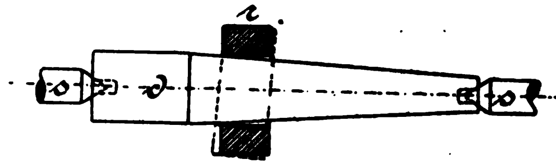


Fig. 550.

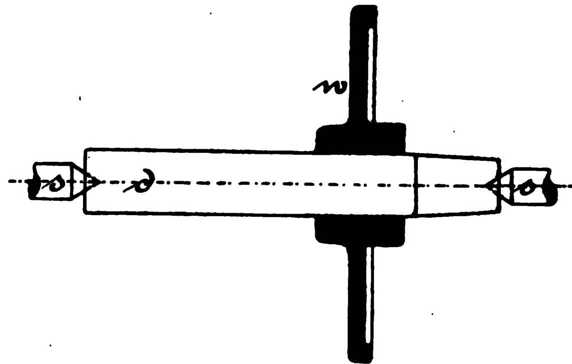


Fig. 551.

Lochwand des Werkstückes *w* wie die Aussenfläche des Dornes bei dem Aufschieben des ersteren auf der letzteren so viel zurückgedrängt werden, wie dem beabsichtigten Druck entspricht. Das bedingt ausserordentlich genaue Herstellung des Dornes nach der gegebenen Lochweite des Werkstückes. Behufs Eintreiben des Dornes in das Loch ist ersterer an einem Ende ein wenig verjüngt.

Wenn man zwei kegelförmige Dorne in entgegengesetzter Richtung in das Loch, dessen Endflächen genau winkelrecht zu seiner Achse liegen, drückt, so schwindet die oben erwähnte Unsicherheit der Lage des Werkstückes. Man

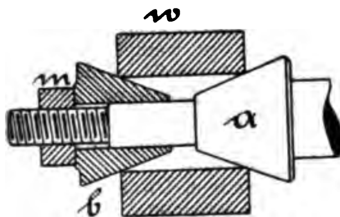


Fig. 552.

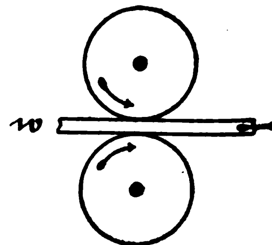


Fig. 553.

führt die betreffende Befestigungsvorrichtung wohl nach Fig. 552 aus. In der Figur bezeichnet *a* einen, an einem Dorn oder einer Spindel festen, *b* einen eben solchen verschiebbaren Kegel. Die Achsen beider fallen genau zusammen. Mittels der Mutter *m* wird der verschiebbare Kegel in das Werkstück *w* gedrückt.

Das Festhalten mittels zweier Walzen, Fig. 553, wird nur dann angewendet, wenn man das eingespannte Werkstück *w*, ohne es los zu lassen, in

…hen will. Das Festklemmen zwischen unab… …folgt, wie leicht zu erkennen ist, durch Drehen …damit den festzuhaltenden Gegenstand zwischen

…lemmenden Flächen. Der Druck der klem… …den vorliegenden Festhaltungsverfahren stets das …nach, soll das Festzuhaltende keine Umgestaltung …drückt werden, die Berührungsflächengrösse dem …und der Festigkeit der Berührungsflächen angepasst …ordert in vielen Fällen gutes Anschliessen der Klemm… …estalt des einzuklemmenden Gegenstandes.

…mmen zwischen Walzen, Fig. 553, ist in dieser Richtung un… …ünstigsten Falles nur zwei schmale Flächen zum Anliegen …ug auf das Festhalten günstiger verhält sich Walze und Platte,


Fig. 554.



Fig. 555.

…554, während zwischen Walze *a* und Mulde *m*, Fig. 555, die Berührungs… …fast unbeschränkt gross gewonnen werden können, sofern der festzu… …ende Gegenstand biegsam genug ist, um sich den klemmenden Flächen anzu… …iegen. Ihr schliesst sich an die Einklemmung der von zwei ebenen Flächen …renzten Gegenstände zwischen zwei ebene Flächen gleicher Lage, Fig. 556. … Runde, oder Gegenstände vieleckigen Querschnittes sind schwerer ohne …ädigung ihrer Gestalt festzuhalten, insbesondere wenn, wie fast immer die


Fig. 556.


Fig. 557.

…nklemmvorrichtung für verschiedene Dicken geeignet sein soll. Man gestaltet …e klemmenden Flächen mit Vorliebe winkelförmig, Fig. 557, und gewinnt …erdurch 4 Berührungsstellen. Rundlich hohle Flächen, Fig. 558, sind nur …r eine bestimmte Dicke vorteilhafter; bei grösserer als dieser Dicke legen

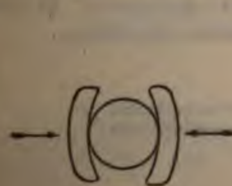

Fig. 558.


Fig. 559.

… nur die Kanten der Klemmflächen, bei kleiner Dicke nur die Mitten der… …en an. Drei Klemmstücke mit ebenen Flächen, Fig. 559, sichern drei Be-

rührungsstellen; gestaltet man die Klemmflächen nach Fig. 557 winkelförmig, so gewinnt man 6 Berührungsstellen u. s. w.

Die angeführten Beispiele ergeben zur Genüge, dass in vielen Fällen Beilagen oder anlegbare Backen, deren Gestalt derjenigen des festzuhaltenden Gegenstandes genau nachgebildet sind, oder welche aus weichen Stoffen (Blei, Holz, Leder u. s. w.) bestehen, so dass sie unter dem auftretenden Druck sich eng anschmiegen, nicht entbehrt werden können.

Der Reibungswiderstand ist nur ein Teil des angewendeten Druckes; ist er allein bestimmt den Kräften, welche den eingeklemmten Gegenstand aus seiner Lage zu entfernen streben, entgegen zu wirken, so treten die hier angeführten Umstände besonders scharf hervor. Man entschliesst sich deshalb in vielen Fällen dazu, die Klemmflächen künstlich rauh zu machen, und zwar zuweilen in dem Grade, dass Hervorragungen in die Oberfläche des festzuhaltenden Gegenstandes eingreifen und mehr oder weniger deutliche Spuren an demselben zurücklassen.

Die erwähnten Rauhigkeiten sind oft nur leichte, zuweilen aber als deutlich hervortretende Kanten oder Spitzen ausgebildet. Die Kanten werden durch Einhobeln (selten durch Guss) gerader oder auch gekrümmter Furchen oder Riefen erzeugt, die Spitzen, indem man diese Furchen mittels ebensolcher kreuzt. Fig. 560 versinnlicht in Querschnitt und Ansicht die bei den Maulflächen vieler Zangen und Schraubstöcke gebräuchliche Rauhung.

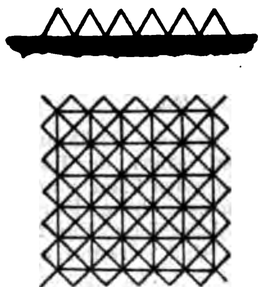


Fig. 560.

Angesichts der Rücksichten, welche die Schonung der einzuklemmenden Gegenstände verlangt, und der Schwierigkeiten, den zum Festhalten erforderlichen Druck von vornherein genau zu bestimmen und hiernach zu regeln, sind für die Fälle, in welchen die Schonung des einzuklemmenden Gegenstandes gegenüber der voraussichtlichen Grösse des anzuwendenden Druckes besonders hervortritt, solche Vorrichtungen beliebt, welche den Klemmdruck nach den auftretenden, verschiebend wirkenden Kräften selbstthätig regeln.

c. Werkzeuge.

Zangen und Zängelchen (Pinzetten) dienen meistens zum vorübergehenden Halten, als Vermittler zwischen den menschlichen Gliedern, insbesondere der Hände und dem festzuhaltenden Gegenstande. Sie zerfallen in Federzangen, Gelenkzangen und selbstspannende Zangen. Erstere sind im allgemeinen nur geringeren Kräften gewachsen; der Zweck der letzteren wurde bereits angedeutet.

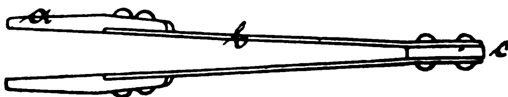


Fig. 561.

Die Federzange, welche Fig. 561 darstellt, besteht aus den beiden Maulstücken *a* — welche je nach Umständen aus Holz, Horn, Elfenbein u. s.

rgestellt sind — den mit ihnen durch Nietung oder auf anderem Wege ver ndenen federnden Schenkeln *b* und einem zwischen diese genieteten Zwischen-ick *c*. Um das Zängelchen zu schliessen, drückt man mittels der Finger auf e Maulstücke oder die Schenkel. Das Öffnen erfolgt durch die Federkraft r Schenkel nach Aufhebung des Fingerdruckes. Letzterer muss also so lange halten werden, wie das Festhalten währen soll.

Das durch Fig. 562 abgebildete Zängelchen wird dagegen durch die Feder-aft der Schenkel *b* geschlossen erhalten; behufs des Öffnens ist auf die Knöpfe *d* drücken.

Das letzterwähnte Zängelchen ist hiernach besonders für längere Dauer

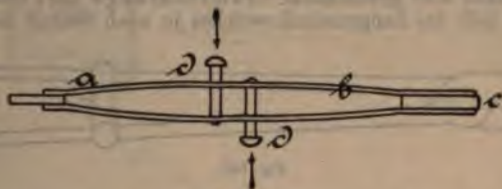


Fig. 562.

s Festhaltens geeignet, während das erstere, sofern man nur für kurze Zeit thalten will, namentlich deshalb vorgezogen zu werden verdient, weil der uck der Maulflächen von dem Fingerdruck abhängt.

Man wählt aber die Anordnung der Fig. 561 auch für grössere Zangen, nn (wie beim Sattler) das Zusammendrücken der Zangenschenkel durch die ine des sitzenden Arbeiters stattfinden kann.

Als ferneres Beispiel für die durch Fig. 562 versinnlichte Federzangenart ge die Zange der Handschuhmacher[1]) erwähnt werden.

Über andere Federzängelchen s. u.[2])

Um die Vorzüge der durch Fig. 561 dargestellten Federzangenart ohne dauernden Druck der Finger oder dergl. benutzen zu können, schlitzt man e Schenkel und legt in beide Schlitze einen mit zwei Knöpfen versehenen ift, welcher behufs des Schliessens nach dem Maul hingeschoben wird, so dass e Knöpfe die Schenkel und damit die Maulflächen einander nähern. In an-rer Weise ist derselbe Gedanke bei dem durch Fig. 563 dargestellten Zängel-en verwertet. Hier wird ein Ring *r* den Schenkeln entlang geschoben.

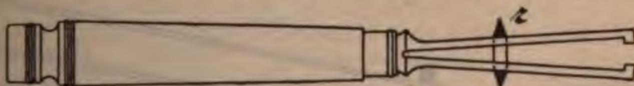


Fig. 563.

Handlicher für den Gebrauch ist das Uhrmacherzängelchen, Fig. 564. Das gentliche Feder-Zängelchen *m* ist mit einer langen Stange *a* versehen, welche



Fig. 564.

dem Griff des Werkzeugs sich frei verschieben lässt. An dem dem Zangen-aul abgewandten Ende der Stange *a* ist ein Knopf *b* geschraubt, gegen

[1]) D. p. J. 1852, **126**, 183 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1856, **138**, 44 m. Abb.

welchen eine, im Griff des Werkzeuges gelagerte Schraubenfeder drückt und damit das Zängelchen in die kegelförmige Bohrung des Griffes zieht, d. h. das Maul des Zängelchen schliesst. Durch einen Druck auf den Knopf *b* wird aber das Zängelchen herausgeschoben, wobei die Federkraft seiner Schenkel das Maul selbständig öffnet.

Die Gelenkzange hat steife Schenkel, welche mit seltenen Ausnahmen als doppelarmige Hebel angeordnet sind. Da die Abmessungen derselben den Kräften angemessen und das Hebelverhältnis gewissermassen beliebig gewählt werden kann, so vermag man mittels der Gelenkzange sehr grosse Drücke hervorzubringen.

Fig. 565 stellt eine gewöhnliche Schmiedezange dar; links vom Gelenkbolzen befindet sich das Zangenmaul, welches je nach Gestalt der festzuhaltenden Gegenstände verschieden geformt ist; rechts vom Gelenkbolzen erstrecken sich die mittels der Hand zu nähernden Schenkel. Um nicht während der Dauer des Festhaltens ohne Unterbrechung diesen Handdruck ausüben zu müssen, verlaufen die Schenkel so, dass ein an einer Seite offener Ring *r* über sie geschoben werden kann und dadurch den Schluss bewirkt. Es sind mehrere Ringe vorhanden, um jeder vorkommenden Dicke der Werkstücke sich anpassen zu können. Das Öffnen wie das Schliessen der Zange erfordert besondere Thätigkeit.

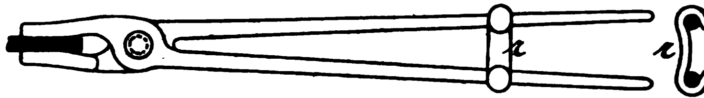


Fig. 565.

Die Drahtzange, welche Fig. 566 abbildet, unterscheidet sich von der Schmiedezange zunächst durch ihre wesentlich geringere Grösse und sorgfältigere Herstellung, ferner durch die Einrichtung des Gelenkes: die beiden Schenkel sind nicht wie bei Fig. 565 nebeneinander gelegt, sondern der eine ist durch den anderen gesteckt. Endlich ist zwischen die Schenkel eine Feder *f* gespannt, welche nach Aufhebung des äusseren Druckes die Zange öffnet. Der Ring *r* dient in bekannter Weise zum Geschlossenhalten der Zange.

Fig. 566 lässt ohne weiteres einen grossen Übelstand der gewöhnlichen Zangen erkennen, nämlich die gegeneinander geneigte Lage der Maulflächen, welche nur für eine Maulöffnung gleichlaufend wird. Da nun meistens Gegenstände mit gleichglaufenden Flächen ergriffen werden müssen, so findet die Berührung seitens der Zangenmaulflächen nur längs eines schmalen Streifens, vielfach nur an den Kanten des anzufassenden Gegenstandes statt. Man hat daher Zangen hergestellt, deren Maulflächen bei jeder Öffnung zu einander gleichlaufend bleiben.

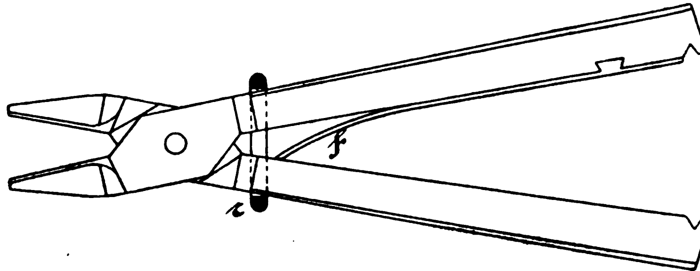


Fig. 566.

Eine solche Parallelzange zeigt Fig. 567. Jeder der Schenkel *a* ist mit zwei Stiftenpaaren *s* versehen, welche gleichweit vom Gelenkbolzen und so an

gebracht sind, dass die Achsen zweier Stiftenpaare und des Gelenkbolzens in einer Ebene liegen. Die äusseren Stifte *s* greifen in runde Löcher der Maulstücke *m*, die der Hand näher liegenden Stifte in Schlitze derselben (vergl. Beifigur).

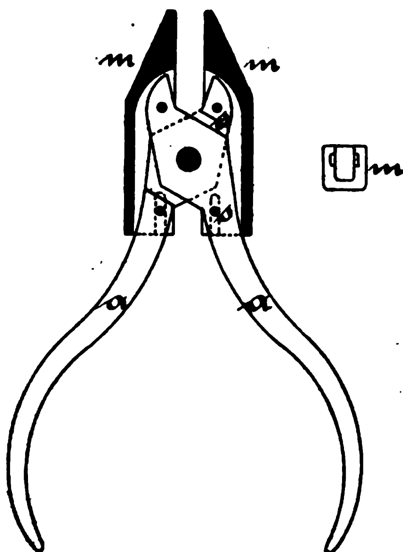


Fig. 567.

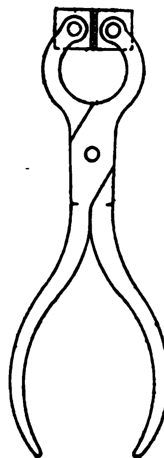


Fig. 568.

Eine Zange, deren Maulflächen sich den irgend wie geneigten Flächen des festzuhaltenden Gegenstandes anschmiegen, zeigt Fig. 568. In Gabeln der

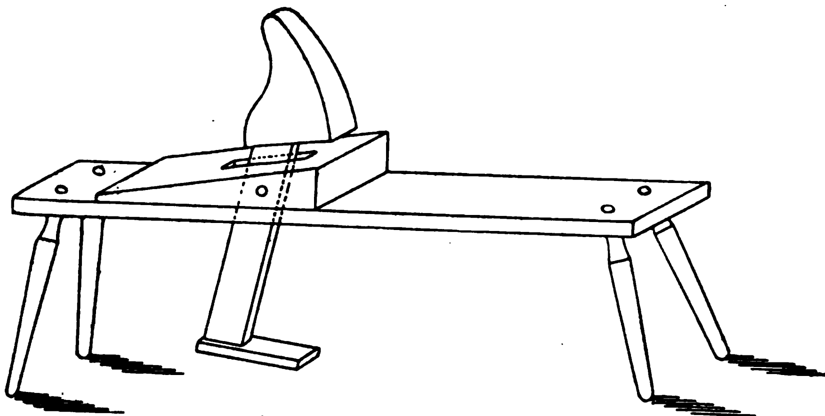


Fig. 569.

Schenkel sind um Bolzen leicht drehbar zwei Klötzchen gelagert. Je eine der Klötzchenflächen ist gerauht, die andere glatt, die dritte und vierte mit Rillen versehen. Man ist daher auch im stande die Natur der Maulflächen — das sind die Klötzchenflächen — dem Festzuhaltenden anzupassen[1]).

[1]) Parallelzangen: Mitt. d. Gewerbver. f. Hannover 1857, S. 271 m. Abb.; 1861, S. 288 m. Abb.

Fig. 569 stellt eine feststehende, hölzerne Gelenkzange dar. Es ist die Ziehbank oder Schnitzelbank der Böttcher und Wagner. Auf einer Bank ist ein keilförmiger Klotz befestigt, welcher den Gelenkbolzen trägt. Der bewegliche Zangenteil ist durch eine Öffnung des Klotzes und der Bank gesteckt, und wird durch den Gelenkbolzen, einen einsteckbaren eisernen Stift gehalten. Der bewegliche Zangenteil trägt unten eine hervorragende Platte, auf welche der Fuss des Arbeiters sich setzt, oben ist er breit und dick; die untere Fläche der Verdickung dient als Maulfläche.

Von selbstspannenden Zangen seien folgende erwähnt.

Fig. 570 stellt eine Zange zum Ausziehen der Nägel dar. Indem die rauhen Maulflächen an den Schaft des Nagels gelegt werden, stützt man den Schenkel *a* der Zange auf den Gegenstand, aus dem der Nagel zu ziehen ist, und zieht nunmehr am Ende des Schenkels *b*. Je grösseren Widerstand der

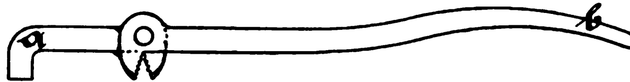


Fig. 570.

Nagel leistet, um so kräftiger ist bei *b* zu ziehen, um so derber werden die Maulflächen gegen den Nagel gedrückt. Sind die Hebelverhältnisse richtig gewählt und ist die bei *b* wirkende Kraft gross genug, so muss der ergriffene Nagelteil folgen.

Das Ausheben der Schmelztiegel aus den Tiegelöfen (S. 192) geschieht mittels Zangen, welche die Tiegel vorwiegend durch die Reibung ihrer Maulflächen an der Oberfläche mit sich nehmen. Um nun zu verhüten, dass durch zu grossen Druck der Maulflächen *m* die Wandung des Tiegels *t*, Fig. 571, eingedrückt wird, lässt man an die von den Maulflächen abgewendeten Enden der Schenkel *a* und *b* Zugstangen *c* greifen, welche unter Vermittlung des Ringes *d* an der Kette *k* hängen, so dass die zu hebende Last, also das Gewicht des Tiegels, den Druck der Maulflächen *m* gegen die Tiegelwandung bestimmt. Die Maulflächen sind klauenförmig gestaltet, so dass jede derselben an zwei Stellen angreift, auch die Keilwirkung den Flächendruck vergrössert. Sind unter Berücksichtigung des letzterwähnten und unter richtiger Schätzung der Reibungswertziffer die Hebelverhältnisse richtig bestimmt (die Figur soll nur den Sinn der Vorrichtung darstellen), so bürgt die vorliegende Zange für die denkbar schonendste Behandlung des Tiegels.

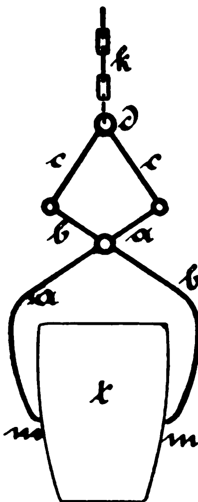


Fig. 571.

Nach denselben Grundsätzen sind die Zangen für das Draht- und Röhrenziehen angeordnet. Auch Weidknecht's Kniezange[1]), sowie andere Vorrichtungen[2]) sind hierher zu rechnen.

Insbesondere gehören auch die Rohrzangen zu den selbstspannenden.

Zum Drehen der Röhren ist oft grosse Kraft erforderlich; ein Übermass des Druckes gegen die Aussenflächen der Röhren führt leicht zum Bruch derselben. Es liegen also bei der Rohrzange ähnliche Umstände vor wie bei der Tiegelzange.

Die gewöhnliche Rohrzange stellt Fig. 572 dar. Ein längerer Maulteil ist hackenförmig gebogen, ein kürzerer endigt keilförmig. Letzterer bildet ein Ganzes mit demjenigen Schenkel, welcher beim Bewegen

[1]) Revue industr. März 1883, S. 129 m. Abb.

[2]) Mitt. d. Gewerbver. f. Hannov. 1885, S. 320 m. Abb.; 1843, S. 118 m.

in der angegebenen Arbeitsrichtung den vollen Handdruck erfährt. ... der kürzere Maulteil um so heftiger gegen die Röhre gepresst, ... der Drehwiderstand ist. Zuweilen gestaltet man den kürzeren Maul-



Fig. 572.

... so, dass sein keilförmiges Ende in die Röhrenwandung eindringt, oder ... ihn, auch wohl die Innenfläche des längeren Maulteils, mit mehreren ...ten.

Bei einer der durch Fig. 573 dargestellten Zange[1]) ist der längere Maulteil gar nicht über das Gelenk hinaus verlängert, sondern wird lediglich durch ... Feder und demnächst durch die Hebelwirkung des einzigen Schenkels angedrückt. Aus der vorliegenden Einrichtung ersieht man die Wirkungsweise der gewöhnlichen Rohrzange deutlicher als bei dieser selbst. Es gehören hierher auch die in unten verzeichneten Quellen beschriebenen Rohrzangen[2]).

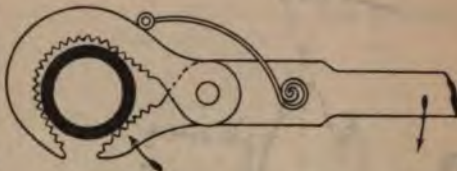


Fig. 573

Fig. 574 stellt eine einstellbare, also für eine grössere Zahl verschiedener Rohrdicken geeignete Zange dar. Der Handgriff *a* ist mit Gewinde in einer Mutter drehbar, welche um zwei Zapfen in einer Gabel des Bügels *b* zu schwingen vermag. Der Kopf *c* des Handgriffes vertritt den kurzen Maulteil der gewöhnlichen Rohrzange[3]).



Fig. 574.

Eigenartig ist Ripley's Rohrzange[4]), welche kaum noch als Zange bezeichnet werden kann. An einer entsprechend langen Handhabe ist ein von festen Backen begrenztes keilförmiges Maul angebracht. Eine der Maulflächen ist (Fig. 575) mit nach innen gerichteten Zähnen versehen. Steckt man nun dieses Maul auf eine Röhre und dreht dieselbe in der Richtung des bogenförmigen Pfeiles, so treten zunächst an beiden Berührungsstellen gleiche Drücke N, welche winkelrecht zu den Backenflächen ...ken, auf. Zerlegt man diese Kräfte nach der Achse des Werkzeuges und winkelrecht zu derselben, so entstehen zwei Kräfte: $N \cdot \cos\frac{\alpha}{2}$ welche sich gegenseitig aufheben und zwei Kräfte: $N \cdot \sin\frac{\alpha}{2}$, welche die Röhre aus dem Maul zu drängen suchen. Die beiden Drücke erzeugen Reibungswiderstände $f_1 \cdot N$ und $f_2 \cdot N$ in der Richtung der Maulflächen, deren Zweig $f_1 \cdot N \cos\frac{\alpha}{2}$

[1]) D. R. P. No. 22151.
[2]) Scientific american, Juni 1883, S. 377 m. Abb.
The Engineer, Sept. 1883, S. 218 m. Abb.
[3]) Diese alte Rohrzange ist (vergl. The Engineer, Dez. 1883, S. 456 m. Abb.) im Jahre 1883 für Nordamerika patentiert!
[4]) D. p. J. 1870, **197**, 312 m. Abb.

die Röhre in der Achsenrichtung des Werkzeugs diesem zu nähern sucht, deren Zweig $f_2 . \cos \alpha$ dem vorigen entgegengesetzt wirkt. Soll das Maul der Röhre nicht zurückgedränkt werden, so muss die einziehend wirkende Kraft: $N . f_1 \cos \frac{\alpha}{2}$ grösser oder doch gleich sein der Summe der abstossenden Kräfte, oder:

$$N . f_1 . \cos \frac{\alpha}{2} \geqq N . f_2 . \cos \frac{\alpha}{2} + 2 N . \sin \frac{\alpha}{2}, \text{ oder:}$$

$$tg \frac{\alpha}{2} \leqq \frac{f_1 - f_2}{2}$$

Bei einem von mir gemessenen, gut greifenden derartigen Werkzeug ist $\alpha = 10^\circ$, also $tg \frac{\alpha}{2} = 0{,}185$; es muss somit $f_1 - f_2 > 0{,}37$ sein.

Kinney's Zange[1]) ist der vorigen ähnlich, ermöglicht aber, den $\sphericalangle \alpha = 0$ zu nehmen.

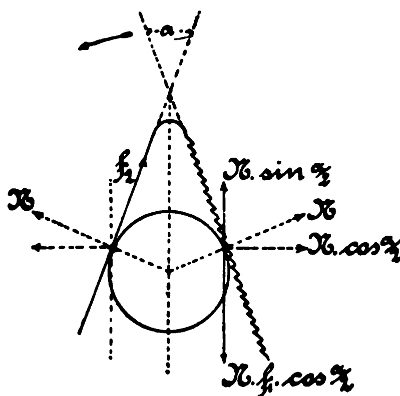


Fig. 575.

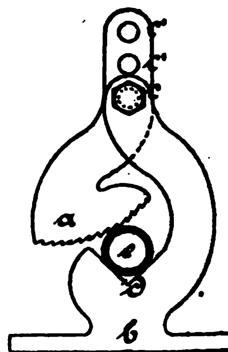


Fig. 576.

Mit den beschriebenen Rohrzangen sind die Röhren-Spannstöcke von Bauer und Gibb[2]) verwandt. Den Bauer'schen Röhrenspannstock stellt Fig. 576 dar. Der Bock b ist bei d keilförmig ausgeschnitten, so dass die Röhre e an zwei Stellen gestützt wird. Am oberen Ende des Bockes b ist der Arm a drehbar befestigt, dessen gezahnte Aussenfläche spiralförmige Gestalt hat. Es ist leicht zu übersehen, dass bei versuchter Rechtsdrehung der Röhre diese nur fester gehalten wird. Der Arm a ist mit mehreren Löchern c versehen, um seine Lage verschiedenen Röhrendicken anpassen zu können.

Als in ihrer Wirkungsweise — Steigerung des Festhaltens mit zunehmendem Widerstande und sofortiges Loslassen, sobald man sie in entgegengesetzter Richtung zu drehen versucht — den Rohrzangen nahe verwandt, sind hier einige Werkzeuge zu erwähnen, welche zum Umdrehen der Gewindebohrer, der Lochbohrer, der Reibahlen benutzt werden. Sie werden wohl Bohrhebel, unrichtig auch wohl geräuschlose Bohrknarren genannt[3]).

---

[1]) Nord.-Amerik. Pat. vom 18. März 1881.

[2]) Z. d. V. d. I. 1885, S. 906 m. Abb.
D. p. J. 1886, 259, 161 m. Abb.

[3]) Gill, D. p. J. 1873, 210, 436 m. Abb.
Henning, D. p. J. 1880, 236, 202 m. Abb.
Blaiberg u. Marson, The Engineer, Okt. 1886, S. 303 m. Abb.

r dauernde Schluss der Zangen durch den verschiebbaren Ring) wird vielfach ersetzt durch Zusammendrücken der Schenkel einer Schraube. Die betreffenden Werkzeuge nennt man **Feil-** bezw. **Schraubstöcke**, ersterer Name auf die- sich bezieht, welche nur nittler zwischen Anzufas- und der menschlichen lienen, während letztere n **Stock**, an der **Werk-** der sonstwie fest gemacht ɔ dass beide Hände des rs für die eigentliche Be- ıg frei bleiben.



Fig. 577.

r **gewöhnliche Feilkolben**, Fig. 577, besteht aus zwei Schenkeln, einem Ende mittels Gelenkes verbunden sind, am Ende die Maulflächen tragen und zwischen beiden mittels einer Schraube zusammengedrückt werden während eine zwischengelegte Feder nach Zurück- der Schraube das Öffnen des Feilklobens bewirkt. eren ist die Gestaltung sehr mannigfaltig. So er- n zuweilen — für kleinere Abmessungen — das durch einen federnden Bügel, ordnet, wenn grössere des Maules verlangt werden, Schraubenkopf und o an, dass die Zugspannung der Schraube stets in e der letzteren fällt, verlängert einen der Schenkel Gelenk hinaus und bildet die Verlängerung zum ff aus (**Stielkloben**) u. s. w.

r durch Fig. 578 abgebildete **Stielkloben** unter- sich in wesentlichen Dingen von den gewöhnlichen. en Schenkel sind über ihre Drehpunkte, welche in esonderen Stück *a* sich befinden, nach unten ver- An *a* ist eine Röhre mit äusserem Gewinde be- mit welchem das Muttergewinde des Handgriffes les *b* im Eingriff steht. Da nun das kegelförmige s Stieles *b* zwischen die überstehenden Enden der greift, so ist durch Drehen des Stieles, bezw. den ıck zweier eingelegter Federn, das Öffnen und n des Maules zu bewirken. *a* hat dieselbe Bohrung an ihm befestigte Röhre; man kann sonach dünne cke durch den Kloben stecken und befestigt sie lesselben ohne weiteres so, dass ihre Achse mit der- des Stielklobens im wesentlichen zusammenfällt. der Handhabung des Werkstückes für das Rund- rderlich.

beschriebenen Feil- bezw. Stielkloben leiden, wie hnlichen Zangen (S. 566), an dem Übelstande, dass ulflächen nur bei einer bestimmten Maulöffnung gleichlaufend sind. Fig. 579 stellt einen Stiel- lar, welcher von diesem Fehler frei ist. Beide und *c* sind mit Hülsen versehen, welche sich in- zu verschieben vermögen. Die Hülsen sind rund; r mit einer unten liegenden **festen Feder** ver- elche in eine Nut der betreffenden Bohrung des *a* greift und dadurch jede gegensätzliche Drehung der beiden Backen



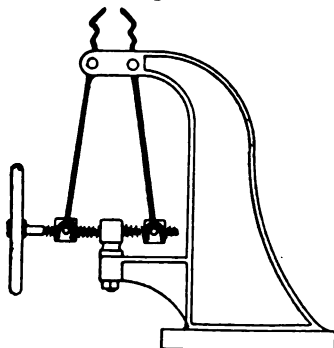
Fig. 578.

hindert. Die mit c ein Ganzes bildende Hülse ist mit Muttergewinde ausgerüstet, in welches die Schraube b greift, welche so in a gelagert ist, dass letzterer Backen von ihr hin- und zurückgeschoben wird. Das Ganze ist in das Auge d gesteckt und wird darin mittels der Klemmschraube e festgehalten. Nach Lösen der letzteren ist der eigentliche Kloben um die Achse der Hülsen frei zu drehen und in deren Richtung zu verschieben, bezw. in einer neuen Lage durch Anziehen der Schraube e zu befestigen.



Fig. 579.

Fig. 580 stellt Howl's Röhrenschraubstock[1]) dar. In dem Kopf eines Bockes sind zwei doppelarmige Hebel mittels Bolzen drehbar gelagert. Die oben hervorragenden Enden dieser Hebel sind zu geeigneten Maulflächen ausgebildet, in die gabelförmig geschlitzten unteren Enden greifen die Schildzapfen zweier Muttern, welche durch mit rechts- und linksgängigem Gewinde versehene Schraube bewegt werden.


Fig. 580.

Der gewöhnliche Gelenk-Schraubstock[2]) wird zwar noch recht viel benutzt, leidet aber an so viel Mängeln, dass gegenüber neueren, gleichem Zweck dienenden Werkzeugen die Berechtigung seines Daseins verloren gegangen ist. Die wesentlichsten dieser Schwächen sind folgende: Eine wesentliche Änderung der Maulweite erfordert viel Zeit; wegen der Drehbewegung des beweglichen Schenkels sind die Maulflächen nur bei einer einzigen Maulweite gleichlaufend (vergl. das w. o. bei den Zangen und Feilkloben hierüber Gesagte), wird die Schraube einseitig in Anspruch genommen und der Kopf derselben nur mit sehr kleiner Fläche angelegt, liegen endlich die oberen Ränder der Maulflächen nur bei einer einzigen Maulöffnung gleich hoch. Während die erstangeführten Übelstände durch Beilagen und dergl. zu mildern bezw. zu beseitigen sind, würde der letztere, welcher die Erzeugung genauer Werkstücke sehr erschwert, mindestens eine der Fig. 580 ähnliche Anordnung hierfür bedingen. Fast alle angeführten Mängel vermeidet man ohne weiteres durch den sogenannten Parallel-Schraubstock.

Wegen älterer Formen derselben wolle man in der soeben angezogenen Quelle nachsehen.

Ein neuerer, der jedoch ebensoviel Zeit zum Öffnen und Schliessen be-

---

1) The Engineer, Nov. 1884, S. 391 m. Abb.

2) Zahlreiche gute Abbildungen der verschiedenartigsten Einrichtung sind der Abhandlung über Schraubstöcke in Prechtl's Technolog. Encyklop. 184 Bd. 14, S. 61 zu finden.

ansprucht, wie der gewöhnliche Gelenkschraubstock, ist an der hier genannten Stelle[1]) beschrieben.

Die rasche Änderung der Maulweite wurde m. W. i. J. 1838 zuerst von Brevillier erreicht[2]). Eine spätere hierher gehörende Einrichtung schuf v. Bandel[3]). Ferner sind noch folgende zu nennen: Parkinson[4]) verwendet eine geteilte Mutter, um die rohe Einstellung rasch bewirken zu können. Thomson[5]) und Lawrence[6]) versehen die Spindel mit kurzem Gewinde und klemmen den gewindefreien Teil derselben fest, um hierdurch rasch grössere Änderungen in der Maulweite zu erzielen. Lynde[7]) und Linke[8]) richten die Mutter verstellbar ein und benutzen kurzes Gewinde zum schliesslichen Festspannen. Rottsieper[9]) macht die sehr kurze Schraube unrund und verwendet nur einen Streifen der Mutter; letzterer ist gezahnt und wird durch Drehen der Spindel, vermöge der unrunden Gestalt der Schraube, mit einer gezahnten Stange des festen Schraubstockteiles gekuppelt, so dass alsdann die Schraube beide Backen einander wirkungsvoll nähert.

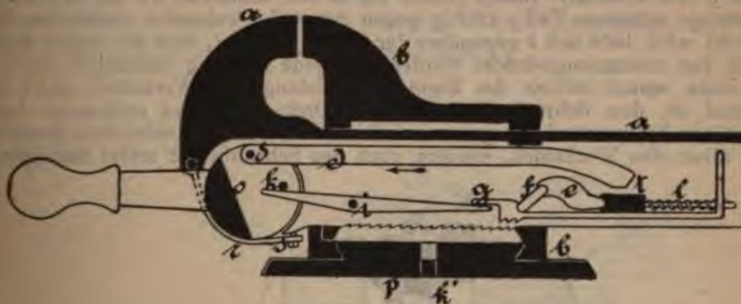


Fig. 581.

Alle hier angeführten Schraubstöcke werden, was Handlichkeit, Raschheit und Sicherheit des Schlusses anbelangt, übertroffen durch den Hall'schen[10]). Fig. 581 ist ein Schnitt desselben. In einem hülsenartigen Ansatz des festen Maulteiles *b* wird der längere Schenkel des winkelförmig gestalteten Maulteiles *a* geführt. Letzterer ist, solange die sonstigen Teile die in der Zeichnung angegebene Lage haben, mittels des dem Arbeiter zugekehrten Handgriffes in ersterem frei zu verschieben. Man zieht *a* so weit zurück, als das einzuspannende Werkstück fordert, schiebt ihn hierauf gegen letzteres und bewegt sodann den Handgriff nach unten, wodurch ohne weiteres die sichere Einklemmung des Werkstückes gelingt, auch der Handgriff eine solche Lage erhält, dass er den Arbeiter nicht stören kann. Der Handgriff bildet nämlich mit der Nuss *o* ein Ganzes. Letztere ist mit Hilfe zweier Bügel *r*, welche Schrauben *s* festhalten und mittels Aussparungen in *a* an dem beweglichen Maulteil drehbar gelagert. Die Nuss *o* greift bei δ an die Stange *d*; wird der Handgriff nach unten bewegt, so verschiebt sich die Stange *d* in der Richtung des eingezeich-

---

[1]) Z. d. V. d. I. 1866, S. 406 m. Abb.
[2]) Prechtl, Techn. Encyklop. 1846, Bd. 14, S. 100 m. Abb.
[3]) Mitt. d. Gewerbevereins f. Hann. 1859, S. 306 m. Abb.
[4]) D. R. P. No. 34190.
[5]) D. p. J. 1882, **246**, 126 m. Abb.
[6]) The Engineer, Jan. 1883, S. 57 m. Abb.
[7]) D. p. J. 1878, **228**, 401 m. Abb.
[8]) Prakt. Masch. Constr. 1886, S. 69 m. Abb.
[9]) D. p. J. 1883, **247**, 320 m. Abb.
[10]) D. p. J. 1873, **209**, 11 m. Schaubild, **210**, 93 m. Abb.

neten Pfeiles, drückt dabei auf den Kniehebel *e f* und bringt die Verzahnung des Teiles *g*, da dieser durch die Schraubenfeder *l* vorläufig an einer Verschiebung gehindert wird, mit der Verzahnung eines Stabes in Eingriff, welcher auf der Platte *p* ruht. Damit sind der Stab und der Teil *g* in feste Verbindung gebracht, und da sich der Stab gegen den festen Schraubstockteil *b* stützt, so wird bei fernerem Niederdrücken des Kniehebels *e f* der Querstab *t*, welcher mit *a* fest verbunden ist, in bezug auf die Figur nach rechts verschoben, d. h. der bewegliche Backen kräftig gegen das einzuklemmende Werkstück gedrückt. Hebt man behufs Losnehmens des Werkstückes die Handhabe, so drückt der Stift *k* auf das eine Ende eines um *i* drehbaren doppeltarmigen Hebels und veranlasst dadurch das Aufheben des Teiles *g*, so dass sofort die freie Verschiebbarkeit des Teiles *a* eintritt. Die Platte *p* ist auf der Werkbank festgeschraubt; um *b* über den abgestumpften Kegel der Platte *p* stecken zu können, ist letztere aus zwei Stücken hergestellt, welche durch den Keil *k*¹ auseinandergehalten werden. *b* und damit der Schraubstock ist um den Kegelstumpf der Platte *p* frei drehbar. Indem jedoch durch den Kniehebel *e f* der mit kurzer Zahnstange versehene Teil *g* kräftig gegen den auf *p* ruhenden verzahnten Stab gedrückt wird, hebt sich *b* gegenüber der Platte *p* so viel, dass die beiden Kegelflächen fest zusammengedrückt werden und jede Drehung unmöglich machen. Man kann sonach mittels des Handgriffes, solange ein Werkstück nicht eingespannt ist, dem Schraubstock die durch Drehen um eine senkrechte Achse erreichbare bequemste Lage geben und hierauf durch Niederdrücken desselben nicht allein das Werkstück, sondern auch den Schraubstock selbst festlegen.

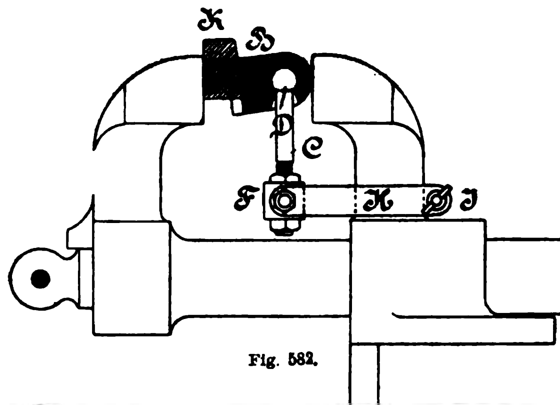


Fig. 582.

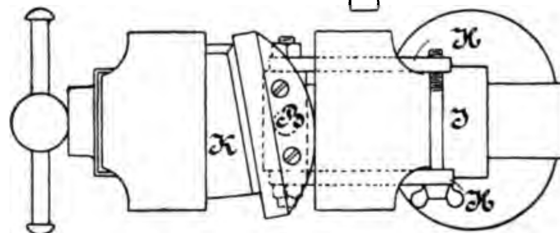


Fig. 583.

Weiter oben ist wiederholt der Beilagen gedacht, welche anzuwenden sind, um eine genügend grosse Berührungsfläche zwischen Werkstück und den klemmenden Teilen zu gewinnen. Auch der Parallelschraubstock kann solche Beilagen nicht entbehren, wenn nämlich die zum Einspannen benutzten Flächen des Werkstückes nicht zu einander gleichlaufend sind. Die Gestalt solcher Be-

lagen muss selbstverständlich nach derjenigen des Werkstückes sich richten und kann deshalb im allgemeinen nur nach dem letzteren gebildet werden. Als Beispiel sei hier eine Beilage beschrieben, welche für keilförmige Gegenstände geeignet ist; die Fig. 582 u. 583 stellen sie in zwei Ansichten dar.[1])

Der Schraubstock, an welchem die Beilage gezeichnet ist, gehört zu denjenigen, welche nur durch die Schraube geöffnet und geschlossen werden. An den festen Teil desselben sind zwei Schienen *H* mittels des Bolzens *J* und der an dem Stück *F* befindlichen Schrauben geklemmt, welche *F* und den in ihm steckenden Stift *C* drehbar tragen. Um den kugelförmigen Kopf *D* des Stiftes *C* ist die Beilage *B* drehbar, so dass ihre ebene Fläche sich innerhalb gewisser Grenzen an jede beliebig geneigte ebene Fläche des Werkstückes *K* schmiegt.

Schraubstöcke werden in mannigfacher Ausbildung auch zur Befestigung der Werkstücke bei Bearbeitung derselben mittels Werkzeugmaschinen verwendet[2]). Sie sind dabei die erforderlichen Zwischenmittel, um die Werkstücke rasch und sicher mit dem beweglichen oder festen Teil der Werkzeugmaschine zu verbinden. Unter den zahllosen hierher gehörenden Beispielen greife ich eins heraus.

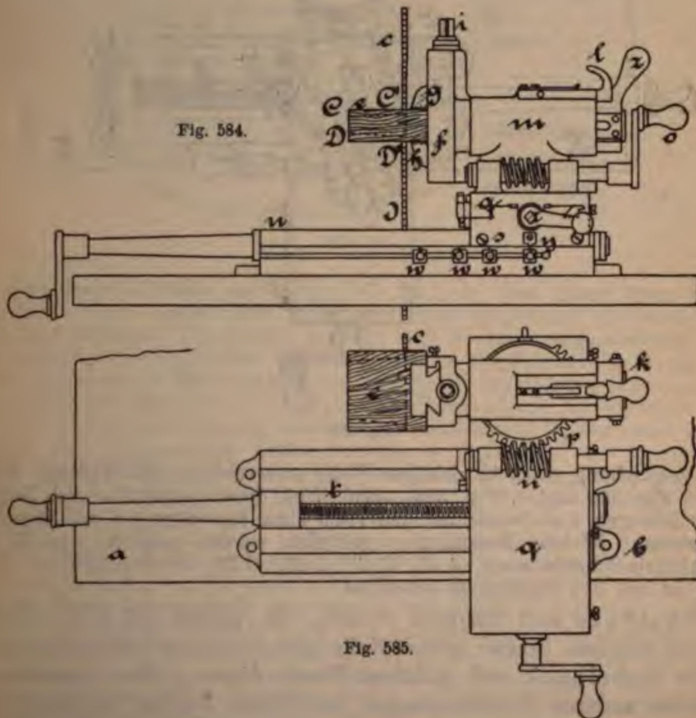

Fig. 584.

Fig. 585.

Fig. 584 u. 585 stellt Hälsig's[3]) Einspannvorrichtung für das Zuschneiden der Zapfen hölzerner Radzähne in einer Seiten- und einer Oberansicht dar.

[1]) D. p. J. 1876, **221**, 421 m. Abb.
[2]) Taylor, The Engineer, Nov. 1886, S. 366 m. Abb.
[3]) D. R. P. No. 24308. Prakt. Masch.-Constr. 1885, S. 300 m. Abb.

Es ist aber $p \cdot d = P \cdot l$, folglich muss:

$$2 \cdot p \cdot f \geqq \frac{p \cdot d}{l}, \text{ oder}$$

$$\frac{d}{l} \leqq 2 \cdot f \text{ sein.}$$

Nimmt man f der Sicherheit halber nur zu 0,1 an, so entsteht hieraus:

$$\frac{d}{l} \leqq 0{,}2, \text{ oder } l \leqq 5\,d.$$

Behufs Schliessens der Verbindung muss nahe dem senkrecht gezeichneten Schenkel des Winkels A in der Richtung des kräftigen Pfeils ein Druck ausgeübt werden, welcher gleich ist der Reibung und dem Druck P; die Lösung

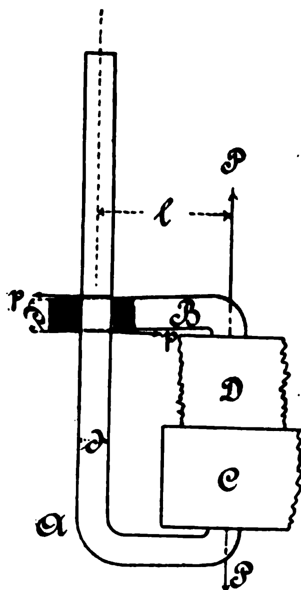


Fig. 588.

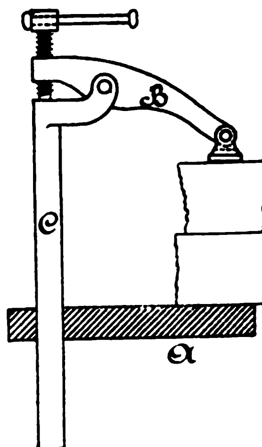


Fig. 589.

erfolgt durch einen Druck in entgegengesetzter Richtung, welcher nur den Überschuss der Reibung über den Druck P zu überwinden braucht. Das Lösen wie Schliessen der Klemme erfolgt meistens in roher Weise durch Hammerschläge.

In dieser Beziehung ist eine Einrichtung hübscher, welche Fig. 589 darstellt. Hier soll die Einklemmung zwischen einer Platte A und dem einen Ende des Armes B stattfinden. Das Verhältnis der Ausladung des Armes B zur Länge des Klemmloches in A unterliegt den bei Fig. 588 entwickelten Gesetzen. Man schiebt nun die Klemmstange C in dem Loch der Platte A so weit nach unten, bis B mit den einzuspannenden Stücken in Berührung tritt und bringt die erforderliche Spannung durch Anziehen der gezeichneten Schraube hervor. Nach Lösen dieser Schraube ist C leicht aus dem Loch der Platte A zu ziehen. Behufs Schonung der Werkstücke befindet sich an dem ausragenden Ende des Armes B ein sich der getroffenen Fläche anschmiegendes Plättchen.

In ähnlicher Weise ist die Klemmstange vielfach ausgenutzt, ...

befestigt, enthält einen Parallelschraubstock mit senkrecht gerichtetem Maule und eine den Fügeböcken entnommene Klemmvorrichtung.

Unter Zwinge versteht man ein Werkzeug, welches dem längeren Gegeneinanderdrücken zweier oder mehrerer Gegenstände dient. Am gebräuchlichsten sind hufeisenförmige Gestelle, welche an einem Horn eine Schraube tragen (Schraubzwingen, auch wohl Leimzwingen genannt)[1]; aber auch Klemmzwingen oder Klemmknechte werden für manche Zwecke gern verwendet.

Die gewöhnliche, aus Holz gefertigte, mit einer hölzernen Schraube ausgerüstete Schraubzwinge leidet nicht allein an der Schwäche, welche im allgemeinen jedem Holzbau eigen ist, sondern auch an dem Übelstande, dass das Drehen der Schraube viel Zeit erfordert, wenn die Öffnungsweite in erheblicherem Grade geändert werden soll. Der Ersatz des Holzes durch Metall beseitigt nur den erst erwähnten Übelstand; behufs Hebung des letztgenannten sind manche sinnreiche Einrichtungen erdacht.

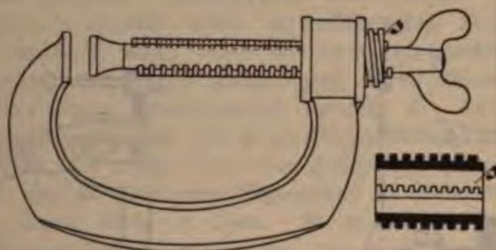


Fig. 587.

Eine recht hübsche stellt Fig. 587 dar. In dem einen Horn des aus getemperten Guss bestehenden hufeisenförmigen Bügels ist die kurze, hohle Schraube *s* drehbar. Die Spindel vermag man in ihrer Längenrichtung frei in der Schraube *s* zu verschieben. Dreht man aber die Spindel ein wenig rechts herum, so fassen die Zähne zweier, an der Spindel befindlicher Zahnstangen in solche, welche in der Schraube *s* sitzen, und heben damit die Verschiebbarkeit auf. Durch eine Linksdrehung kommen die Zahnstangen wieder ausser Eingriff. Soll nun eine Einspannung gelöst werden, so dreht man die Spindel links herum, damit auch die Schraube *s* ein wenig, so dass, wegen Beseitigung der Reibung zwischen den Zähnen der Zahnstangen die Lösung ihres Eingriffes ohne weiteres gelingt, die Spindel also frei zurückgezogen werden kann. Behufs Hervorbringens einer Einspannung schiebt man die Spindel bis zur Berührung mit den einzuspannenden Gegenständen und dreht so weit rechts, wobei die Schraube *s* sich ebenfalls dreht, bis der gewünschte Druck erreicht ist.

Den Klemmknecht stellt Fig. 588 in einfachster Gestalt dar. An einem Schenkel des eisernen Winkels *A* ist der gelochte Arm *B* verschiebbar; durch Niederschieben des Armes *B* in der Richtung des dicken Pfeiles werden die Stücke *C* und *D* kräftig und auf beliebige Dauer zusammengedrückt. Die Einklemmung ist eine sichere, wenn der Druck *P* kleiner, höchstens gleich ist der Reibung, welche zwischen *A* und *B* auftritt. Man macht aus äusseren Gründen *B* so dick wie *A*. Alsdann bestimmt sich die Reibung zwischen *A* und *B*, wenn *f* die Reibungswertziffer bezeichnet zu

$$2 \cdot p \cdot f \geqq P.$$

[1]) Exner-Pfaff, a. a. O. S. 15 m. Abb.

Es ist aber $p.d = P.l$, folglich muss:

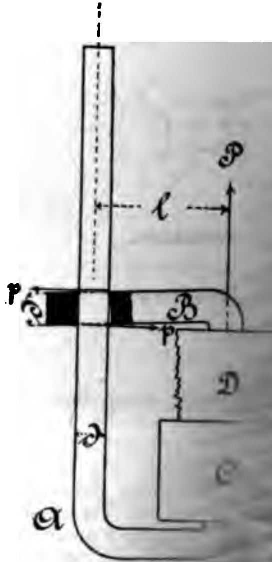
$$2.p.f \geqq \frac{p.d}{l}, \text{ oder}$$

$$\frac{d}{l} \leqq 2.f \text{ sein.}$$

Nimmt man f der Sicherheit halber nur zu

$$\frac{d}{l} \leqq 0{,}2, \text{ oder } l \leqq$$

Behufs Schliessens der Verbindung muss
Schenkel des Winkels A in der Richtung d
geübt werden, welcher gleich ist der Reibung



erfolgt durch einen D
schuss der Reibung
wie Schliessen der
schläge.

In dieser Be
stellt. Hier soll d
des Armes B statt
des Klemmloches
schiebt nun die
unten, bis B n
die erforderli
Nach Lösen
Behufs Schor
Armes B e
In äl

gewonnen wird. Da
gen kommt, aber die
Teil durch Verdrücken
nderung der Achsenlage
gegenwärtig in der Mitte
tische anzubringen (vergl.
die gegensätzliche Verschie-
flächen weniger ungleich zu

sichen folgende Kräfte auf die
nicht senkrecht nach unten, der
zur Achse $A B$, teils winkelrecht
am Werkstückgewicht beim, er
ist Q. Es wird durch sie in der
welcher die Grösse:

gativ der Druck P_2, welchen das
meisten Fällen ist der Teil P_1 der
des Winkels α von hoher Bedeu-
Achsenrichtung, bezw. für die
klein wählen, um P_1 klein zu
eine gewisse Grösse des Winkels α
Wirkung der Kraft Q, sondern
zu sein. Da letztere eine ziemlich
ng der ersteren ohne Wert; i. M.

der Spitzen winkelrecht zur Achse
auf welche ich jedoch a. d. O. zur
Solange beide Spitzen eine feste
nderlich, es sei denn, dass die Grösse
gering bemessen war, so dass sie sich
reicherem Grade erweitern müssen.
festgelegt, nämlich diejenige, welche
in der kreisenden Spindel be-
letztere Spitze alle Ungenauigkeiten,
Man pflegt daher für Arbeiten, welche
tote Spitzen anzuwenden, d. h. beide

Spitzen gespannten Gegenstandes
um ihn geschlungene Schnur, nach
geeignet angebrachten Rolle statt;
der Regel findet sie aber statt durch
stand befestigten Mitnehmer, oder
Hervorragung und den Mitnehmer-
Achse $A B$, Fig. 590, kreisenden Spindel
gegen ersteren und zwingt ihn an der

er ist das Drehbankherz, Fig. 591.
Werkzeugs a wird der betreffende Gegen-
mt. Die Hervorragungen des Werkzeugs
Angriffspunkte. Das gewöhnliche Dreh-
Zahl verschiedener Dicken aufnehmen;

die durch Fig. 592 dargestellte Einrichtung desselben setzt der Anwendbarkeit weitere Grenzen. Bei der gezeichneten Lage der Schraube *d* und des Stückes *b* ist die ganze Weite zwischen den Bügeln *a* benutzbar. Man vermag aber *b* um seinen Bolzen zu drehen und ebenso die Mutter *c* um ihre Zapfen, so dass



Fig. 591.

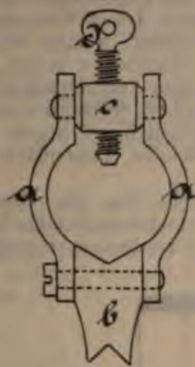


Fig. 592.



Fig. 593.

das entgegengesetzte Ende von *b* wie der Kopf der Schraube *d* nach innen kommen.

Wegen den Gefahren, welche die kreisenden Hervorragungen für den Arbeiter haben, ist vorgeschlagen, sie mit einem Ringe zu umziehen[1]); Fig. 593 stellt eine derartige Anordnung dar. *a* ist das festzuklemmende Werkstück, *b* die verdeckt liegende Schraube. Verschiedene Beilagen dienen dazu, trotz verschiedener Werkstückdicken die Achse des Werkstücks mit der Mitte des Mitnehmers möglichst zusammenfallen zu lassen. Der Mitnehmerstift greift in eine Armlücke.

Das vorbeschriebene Festhalten bezw. Umdrehen zwischen Spitzen findet auch Anwendung auf Gegenstände, welche ihrer geringen Achsenlänge wegen nicht unmittelbar zwischen Spitzen genommen werden können. Man schiebt dann als Zwischenglied einen Dorn ein, der sich in gewöhnlicher Weise auf die Spitzen stützt, während der fragliche Gegenstand auf ihm festgeklemmt ist. Dazu ist erforderlich, dass der in Rede stehende Gegenstand mit einem Loch versehen ist. Es handelt sich dann darum, die gewünschte Lage zur Achse des Dornes genau zu gewinnen, was rasch und sicher nur gelingt, wenn die Achse des genau kreisrunden Loches mit der Drehachse zusammenfallen soll. Nur in diesem Falle wird von dem in Rede stehenden Verfahren Gebrauch gemacht.

Wenn ein auf Spitzen abgedrehter, genau walzenförmiger Dorn in ein zylindrisches Loch des Werkstückes solcher Weite eingetrieben wird, dass der zwischen der betreffenden Fläche auftretende Druck die nötige Reibung erzeugt, so kann das Werkstück mit dem Dorn ohne weiteres behufs gleichachsigen Abdrehens zwischen die Spitzen genommen werden.

Das bedingt aber einen ungemein genauen Einklang zwischen der Dicke des Dornes und der Weite des Loches, mit anderen Worten: für jedes Loch

---

[1]) Leue, D. p. J. 1880, **235**, 337 m. Abb.

einen besonderen, seiner Weite angepassten Dorn. Trotzdem hieraus grosse Kosten erwachsen, verwendet man den genau cylindrischen Dorn vielfach.

Ein kegelförmiger Dorn ist für eine Reihe verschiedener Lochweiten verwendbar und steht deshalb mancherorts deshalb in einem gewissen Ansehen. Es ist indes nicht schwer zu erkennen (vergl. S. 561), dass das cylindrische Loch auf dem kegelförmigen Dorn sehr verschiedene Lagen annehmen kann, so dass letzterer für einigermassen genau sein sollende Arbeit nicht taugt.

Man hat nun ausdehnbare Dorne geschaffen, welche die Vorteile des cylindrischen und des kegelförmigen Dornes vereinigen sollen, im allgemeinen auch ihrem Zweck entsprechen, indem auf den kegelförmigen Dorn Keilstücke gelegt werden, deren Winkel genau dem halben Spitzenwinkel des Kegels entsprechen und welche in gleicher Weise auf dem Kegel liegen, so dass ihre mit der Wandung des Loches in Berührung tretenden Aussenflächen überall gleich weit von der Achse des Lochs entfernt sind[1]).

Noble's ausdehnbaren Dorn versinnlicht Fig. 594. Der Dorn ist bei *A* kegelförmig; drei in ihn gehobelte schwalbenschwanzförmige Nuten nehmen die Keile *F* auf. Man hat nun auf das Ende *D* des Dornes rechtsgängiges Gewinde

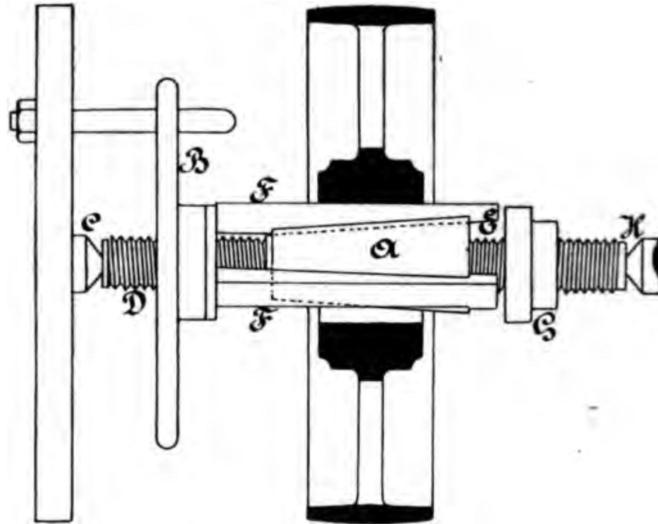


Fig. 594.

geschnitten, so dass die zugehörige Mutter *B*, die gleichzeitig als Mitnehmer dient, gegen die dickeren Enden der Keile *F* getrieben wird und diese gleichmässig in das Loch des Werkstückes drückt. Das Dornende *E* ist mit linksgängigem Gewinde versehen; ihre Mutter *G* dient teils als Gegenstütze der Keile, teils zum Zurückschieben derselben. Die Spitzen *C* und *H* tragen den Dorn in gewöhnlicher Weise.

---

1) Hick, D. p. J. 1840, 77, 74 m. Abb.
Le Count, D. p. J. 1874, 214, 369 m. Abb.
Baum, D. p. J. 1884, 252, 501 m. Abb.
Barlow, D. p. J. 1884, 254, 396 m. Abb.; 1885, 258, 303 m. Abb.
Thiemer, Z. d. V. d. I. 1885, S. 90 m. Abb.
Duffy, The Engineer, Juli 1883, S. 35 m. Abb.

Barlow's älterer Dorn, Fig. 595, ist zum Aufspannen kürzerer Gegenstände bestimmt. Das linke Ende des Dornes *d* ist kegelförmig abgedreht und nicht mit Nuten versehen. Die Keilstücke *k* sind aussen cylindrisch, innen

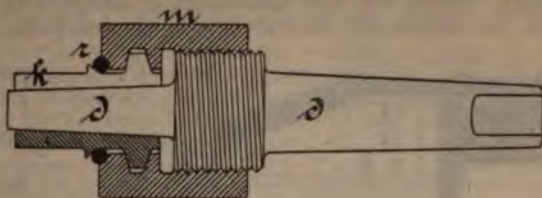


Fig. 595.

kegelförmig gedreht; sie werden durch die Mutter *m* in leicht ersichtlicher Weise, der vorliegenden Lochweite entsprechend, verschoben. Ein Gummiring *r* drückt die Keilstücke selbstthätig zusammen. Der jüngere Barlow'sche Dorn weicht von dem vorigen, wie aus Fig. 596 zu sehen ist, hauptsächlich dadurch ab, dass nur eine Spitze *s* in Aussicht genommen, während das dieser ab-

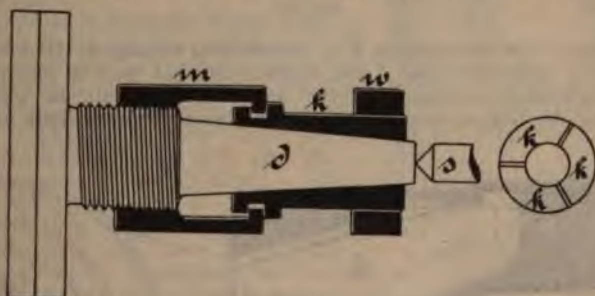


Fig. 596.

gewandte Ende des Dornes mit der kreisenden Spindel fest verbunden ist. Selbst die Spitze *s* soll nur erforderlichen Falles benutzt werden und bildet sonach der Dorn in der Regel ein selbstausrichtendes, von innen nach aussen drückendes Futter. Es bezeichen *d* den Dorn, *k* die Keilstücke, *m* die zum Anziehen derselben dienende Mutter und *w* das Werkstück.

Unter einem Futter versteht man ein mit einer Drehbank-, Bohr- oder andern Spindel fest zu verbindendes Werkzeug, in welches das zu bearbeitende Werkstück (oder auch das Werkzeug) bequem befestigt werden kann. Es geschieht das durch Anleimen oder Ankitten (S. 560), durch Eintreiben in die verjüngte Höhlung des Futters, gleich dem Befestigen auf dem kegelförmigen Dorn (S. 561) oder durch mannigfaches Festschrauben. Es soll hier nur von denjenigen Futtern eingehender die Rede sein, welche selbstausrichtende sind, d. h. welche den in seinen Aussenflächen mehr oder weniger genauen Gegenstand ohne weitere Umstände so einspannen lassen, dass seine Achse mit der Achse des Futters, bezw. der Spindel zusammenfällt. Solche selbstausrichtende Futter heissen in den kleinsten Abmessungen Bohrfutter, in grösserer Ausführung Backenfutter oder auch Drehbankfutter. Die grössten dieser Futter endlich nennt man wohl Universal- oder auch selbstausrichtende Planscheiben.

Den ausdehnbaren Dornen am ähnlichsten ist das durch Fig. 597 in Schnitt und Vorderansicht abgebildete Bohrfutter. Die Höhlung des Körpers a wird glatt gebohrt geliefert, so dass der Käufer dasjenige Muttergewinde einzuschneiden vermag, welches mit dem betreffenden Spindelgewinde im Einklang steht. a ist an der rechten Seite der Schnittfigur mit drei tiefen Schlitzen ver-

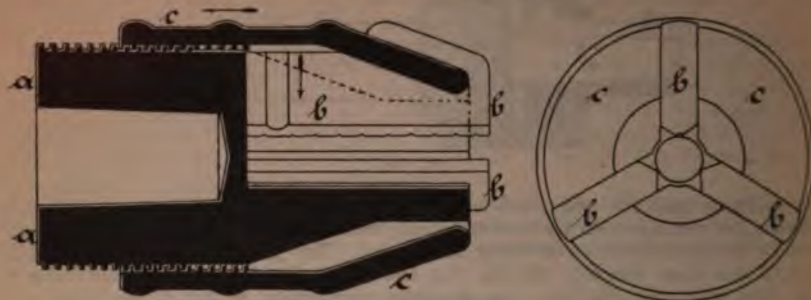


Fig. 597.

sehen, in denen sich drei Backen b zu verschieben vermögen. Damit diese Verschiebung nur winkelrecht zur Achse möglich ist, hat man in jeden Backen b eine Nut geschnitten (neben dem bei b verzeichneten Pfeil), in welchen eine Hervorragung des Körpers a greift. Eine an ihrem vorderen Ende kegelförmig

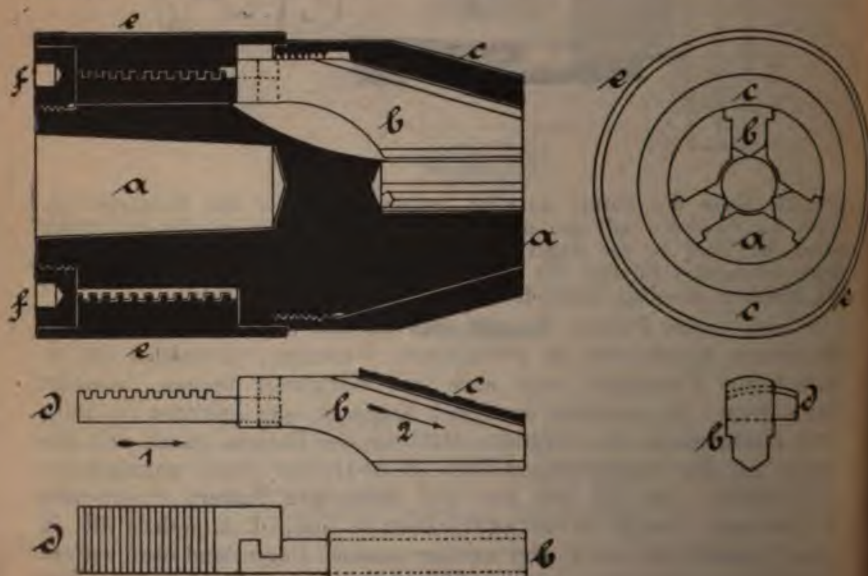


Fig. 598.

gestaltete Hülse c greift mit dem kegelförmigen Teil in schräge Schlitze der Backen b, so dass diese durch Verschieben der Hülse c in deren Achsenrichtung nach innen bezw. aussen verschoben werden und zwar sämtliche Backen in genau gleichem Grade. Das Muttergewinde der Hülse c greift in das Aussen-

winde des Körpers *a* und vermittelt damit die Verschiebung der Hülse gegen-
ber den Backen.

Fig. 598 stellt in einem Längenschnitte, einer Vorderansicht und drei Bei-
uren ein Bohrfutter dar, welches unter dem 26. Aug. 1879 für Nordamerika
tentiert worden ist; es hat Ähnlichkeit mit dem vorigen. Die Hülse *c* ist
it dem Körper *a* fest verbunden, ebenso der Ring *f*. Zwischen beiden ist der
ing *e*, welcher inwendig flachgängiges Muttergewinde trägt, drehbar gelagert.
ieses flachgängige Gewinde greift in drei Zahnstangen *d*, welche (s. Beifiguren)
ckenartig in die Backen *b* greifen, so dass, während der Ring *e* die Zahn-
angen *d* in der Pfeilrichtung 1 verschiebt, die Backen *b*, der kegelförmigen
ülse folgend, in der Richtung des Pfeiles 2 sich verschieben. Die Anordnung
t eine gewisse Ähnlichkeit mit dem w. o. (S. 565) beschriebenen Uhrmacher-
ngelchen.

Almond's Bohrfutter[1]), Fig. 599, enthält drei Backen *E*, welche in
hräg gebohrten Löchern des Körpers *A* ver-
iebbar sind und dadurch sich der Achse
hern bezw. von ihr entfernen. Die Ver-
iebung der Backen *E* erfolgt durch die
hraube *C*, welche in die Zahnlücken der
cken greifen.



Fig. 599.

Das soeben beschriebene Futter leitet zu
er anderen Reihe hinüber, bei welcher die
rschiebung der Backen in Nuten stattfindet,
winkelrecht zur Achse des Futters stehen.
Verschiebung wird bewirkt durch eine
raube, welche mit links- und rechts-
ngigem Gewinde versehen ist[2]) oder durch
hrere Schrauben bezw. Muttern, welche
rch Zahnradverbindungen zu gleichmässiger
hung gezwungen werden[3]) oder durch spiral-
mige Reifen einer zum Futter gleichachsigen
eibe, welche in die Zahnlücken der Backen
ifen[4]) oder endlich durch Keile[5]).

Es mögen einige Beispiele folgen.

Fig. 600 ist ein Längen-, Fig. 601 ein
erschnitt des Westcott'schen Bohrfutters.
Kopf *a* sind die beiden Backen *b* entlang
er vorstehenden Leiste verschiebbar. Die Maulflächen der Backen sind, um
Berührungsstellen im Umfang des Werkstückes *e* (Fig. 601) zu gewinnen,
nkelförmig und die schrägliegenden Flächen sind zwischen den vorstehenden
hnen hindurch weiter geführt, so dass die gegenüberliegenden Backen inein-
der zu greifen, also beliebig dünne Gegenstände sicher aufzunehmen ver-
gen. Die Verschiebung erfolgt mittels der Schraube *c*. In besonderen Fällen
rden nachträglich noch zwei Druckschrauben angezogen.

---

[1]) D. p. J. 1876, **221**, 422 m. Abb.
[2]) Wedding, Berliner Verhandl. 1869, S. 147 m. Abb.
Reid, D. p. J. 1874, **214**, 370 m. Abb.
Hansse, D. p. J. 1879, **232**, 115 m. Abb.
Westcott, Iron, April 1886, S. 336 m. Abb.
[3]) Mitt. d. Gewerbver. f. Hannover 1855, S. 227 m. Abb.
Vinton, D. p. J. 1877, **225**, 41 m. Abb.
Sweetland, D. p. J. 1887, **264**, 109 m. Abb.
[4]) Westcott, D. p. J. 1874, **211**, 415 m. Abb.
Hansse, D. p. J. 1879, **231**, 320 m. Abb.
Storey u. Phillips, Engineering, Okt. 1884, S. 418 m. Abb.
Iron, Nov. 1884, S. 443 m. Abb.
[5]) Sächs. Masch. Fabr., D. p. J. 1880, **237**, 443 m. Abb.

Bei dem durch Fig. 602 in Schnitt und Ansicht dargestellten Backenfutter sind die Teile *a* und *b* miteinander fest verschraubt; sie werden an der betreffenden Spindel befestigt. Zähne der Backen *c* greifen in spiralförmige Nuten des Ringes *e*, welcher an der Rückseite als Kegelrad ausgebildet ist und durch das kleine Kegelrad *d*, unter Benutzung eines Schlüssels gedreht wird. *h* ist eine muldenförmige Beilage, welche von der Schraube *g* festgehalten wird und den Zweck hat, das Rädchen *d* drehbar zu lagern.

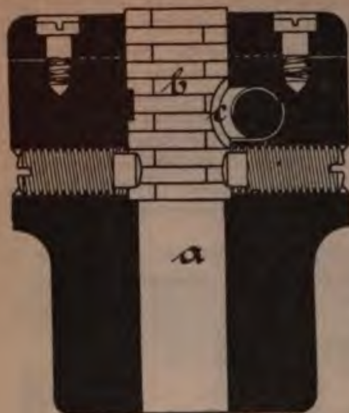


Fig. 600.



Fig. 601.

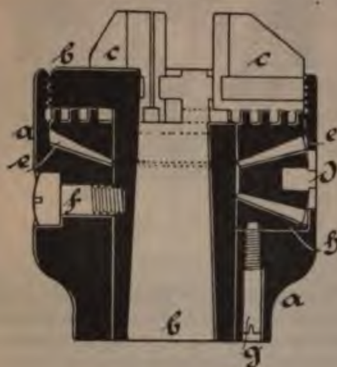




Fig. 602.

Die Befestigung der Werkstücke, und nach Umständen auch der Werkzeuge an kreisenden Spindeln findet im übrigen auf ebenen Scheiben, Planscheiben, statt, welche an der Arbeitsspindel befestigt sind. Die Befestigung erfolgt durch Schrauben, welche in Löchern der Planscheibe stecken und Spanneisen, d. h. eiserne Querstücke, welche gegen das Festzuhaltende drücken.

Die Planscheiben werden zu selbstausrichtenden, wenn man zur Befestigung der Werkstücke vorspringende Backen verwendet, welche in gleicher Weise, wie bei den Futtern beschrieben, in gleichem Masse sich der Achse nähern, bezw. von derselben entfernen. Es ist auch vorgeschlagen [1]) die Backen an Hebeln auszubilden, welche um, in der Planscheibe befestigte Bolzen in genau

[1]) D. R. P. No. 5329 u. 7414.

gleichem Masse gedreht werden, so dass die Entfernungen der Backen- (Innen- wie Aussen-) Flächen von der Achse gleich bleiben.

Ähnlich wie vorhin betr. der Planscheiben beschrieben wurde, wird die Befestigung auf den Tischen bezw. Betten anderer Werkzeugmaschinen durchgeführt. Nur bringt man keine durchgehenden Löcher für die Aufnahme der Schrauben in den Tischen an, weil sie das Hindurchfallen der gebildeten Späne vermitteln, auch die dem festzuspannenden Gegenstand abgewendete Seite des Tisches schwer oder gar nicht zugänglich ist. Statt dessen wird der Tisch oder die Oberfläche des Bettes mit Nuten T förmigen oder schwalbenschwanzförmigen Querschnitts versehen, in welche die Köpfe der Spannschrauben greifen.

D. Festhalten, bei welchem kein Einklemmen stattfindet, solches wenigstens nicht wesentlich ist.

Es sollen an dieser Stelle als allgemein wichtig nur diejenigen Werkzeuge beschrieben werden, welche zum Umdrehen dienen und im allgemeinen Schlüssel genannt werden. Dahin gehören Schraubenzieher und Schraubenschlüssel und Einrichtungen zum Drehen der Bohrer. Sie bezwecken in jedem Falle das Anfassen des Umzudrehenden, sei es eine Schraube, eine Mutter, ein Gewinde- oder Loch-Bohrer oder dergl., und zwar so, dass man im stande ist die der Drehung widerstehenden Kräfte zu überwinden.

Zu dem Ende wird den zu drehenden Gegenständen eine entsprechende Gestalt gegeben, welche das hier beabsichtigte Anfassen erleichtert [1]). Die Gestalt des zum Drehen benutzten Gerätes hat sich jener anzuschliessen.

Sehr einfach ist das Einbohren zweier Löcher gleichlaufend mit der Drehachse, in welche zwei an einem Hebel befestigte Stifte greifen. Statt der Löcher können zwei Furchen gleichlaufend zur Drehachse in den Gegenstand geschnitten werden. Unter Umständen genügt ein solcher Schlitz, in welchen ein Haken des Hebels greift, während ein zweiter Stützpunkt durch Anlegen des Hebels am zu drehenden Gegenstand gewonnen wird (Hakenschlüssel). Durch Einschneiden eines Schlitzes, winkelrecht zur Drehachse, gewinnt man Gelegenheit, ein plattes Werkzeug so in den zu drehenden Gegenstand zu schieben, dass dieser der Drehbewegung des ersteren folgen muss (Schraubenzieher). Das in den erwähnten Schlitz eingreifende Ende wird ein wenig keilförmig gemacht, teils um es bequemer in den Schlitz schieben zu können, teils um so bald als möglich den Querschnitt des Schraubenziehers grösser, kräftiger zu bekommen, als die Weite des Schlitzes zulässt. Demzufolge muss ein Druck in der Achsenrichtung ausgeübt werden, um zu verhüten, dass ein Ausgleiten stattfindet. Man hat auch Vorrichtungen erdacht — die jedoch nicht gebräuchlich sind — welche eine Verankerung des Schraubenziehers mit dem Kopf der zu drehenden Schraube bewirken.

Sämtliche bisher genannte Verfahren bezw. Mittel dienen ausschliesslich zum Drehen der Schrauben bezw. Muttern.

Ein quer zur Drehachse gebohrtes oder in anderer Weise hergestelltes Loch gestattet das Einschieben eines Stiftes oder Hebels, mit Hilfe dessen die Drehung leicht auszuführen ist. Hierven macht man sowohl bei Schrauben als auch bei

---

[1]) Eine sehr ausführliche, heute noch wertvolle Abhandlung über diesen genstand, welcher zahlreiche Abbildungen beigegeben sind, findet man in echtl, Technol. Encykl. 1846, Bd. 14, S. 1.

Bohrern Gebrauch. Bei letzteren wird jedoch das Loch meistens in einem besondern Stück angebracht, welches auf den vierkantigen Bohrerkopf gesteckt wird.

Sehr gewöhnlich ist die prismenförmige bezw. pyramidenförmige Gestalt der Schraubenköpfe, Muttern und Bohrerenden.

Das dreiseitige Prisma kommt nur bei Schraubenköpfen vor, das vierseitige (quadratische) und sechsseitige bei Schraubenköpfen und Muttern, die vierseitige abgestumpfte Pyramide bei Bohrern.

Die betreffende Gestalt kann entweder von dem Schlüssel ringsum eingeschlossen werden (geschlossener Schlüssel) oder sie wird nur teilweise umfangen (offener Schlüssel). Von ersterem stellt Fig. 603 ein Beispiel dar. Ein innen vierkantiger, aussen runder Ring *r* ist mit einem Stil *s*, der in geeigneter Weise weiter oben als Hebel ausgebildet ist, ausgerüstet. Der vorliegende Schlüssel heisst im besondern Rohrschlüssel (er kann für ein drei-, vier- oder sechsseitiges Prisma gestaltet sein) und dient vorwiegend zum Drehen solcher Schraubenköpfe oder Muttern, welche vertieft liegen oder aus anderem

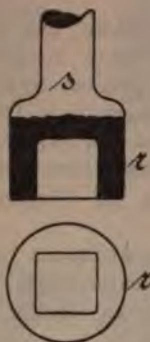


Fig. 603.



Fig. 604.

Grunde mittels eines Schlüssels, dessen Hebelarm in der Höhe des Prisma liegt, nicht erfasst werden kann. Fig. 604 stellt einen offenen Schlüssel nebst einer sechskantigen Mutter dar. Derselbe ist in grösserem Massstabe gezeichnet, um das Wesen des bei den Schlüsseln thatsächlich stattfindenden Angreifens klarstellen zu können. Wenn man die Mutter *m* mittels des Schlüsselmaules *a* und dessen Hebel *b* in der Richtung des kräftig gezeichneten Pfeiles zu drehen versucht, so kommen die Flächen des Schlüsselmaules nur in der Nähe der Kanten *x* mit der Mutter *m* in Berührung. Um das Schlüsselmaul überhaupt auf die Mutter schieben zu können, muss es ein wenig weiter sein, als die Dicke der Mutter beträgt. Bei dem versuchten Drehen nimmt dieser Unterschied der Abmessungen wegen der Elastizität beider in Frage kommenden Teile zu, so dass die gegenseitige Lage des Schlüsselmaules zur Mutter dem Sinn — nicht dem Grade — nach, der Fig. 604 entsprechend wird. Hieraus folgt zunächst, dass der Maulteil, welcher mit seinem äussern Ende die Mutter trifft, sehr kräftig gestaltet sein muss, um nicht abzubrechen. Der geschlossene Schlüssel ist in dieser Beziehung günstiger gestellt; er kann weit zierlicher als das offene Schlüsselmaul gestaltet werden. Trotzdem zieht man letzteres vor, weil es bequemer auf die Mutter zu schieben ist und nur eine freie Seite der Mutter verlangt. Weil der Schlüssel sowohl in der einen wie in der anderen Drehrichtung gebraucht wird, so muss das Maul an beiden Seiten gleichartig sein.

Aus Fig. 604 folgt ferner ohne weiteres, dass die an der Oberfläche der Mutter auftretenden Drücke bei der sechskantigen Mutter grösser sein müssen als bei der vierkantigen, weil der zugehörige Hebelarm bei ersterer kleiner als bei letzterer ist.

Die starke Inanspruchnahme in der Nähe der Mutterkanten ist unvermeid-

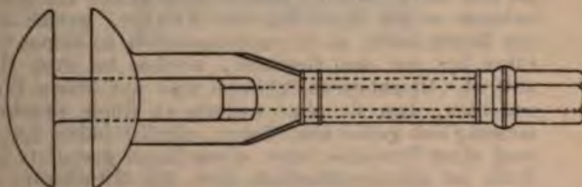
lich; sie wird aber gemindert durch möglichst genaues Zusammenfallen der Mutterdicke und Schlüsselweite, sowie durch möglichst geringe Nachgiebigkeit des Schlüsselmauls. Sobald in dieser Richtung gewisse Grenzen unterschritten werden, so gleitet der Schlüssel unter Verdrücken der Mutterkanten, weil der Hebelarm der Angriffspunkte mehr und mehr abnimmt (vergl. Fig. 605) und der hierdurch wachsende Druck schliesslich die erwähnte Umgestaltung vollzieht.


Fig. 605.

Der entsprechend genaue Einklang der Schlüsselweite zur Mutterdicke ist aber bei einem festen Schlüssel nur zu erreichen, wenn der eine Teil nach dem anderen gefertigt wird, oder wenn man die Muttern, bezw. Bolzenköpfe nach einer bestimmten Reihenfolge jederzeit gleich dick macht, und die Maulweiten der Schlüssel nach derselben Stufenfolge bemisst. Eine solche Folge müsste jedoch allgemein anerkannt sein bezw. innegehalten werden, um ergiebigen Nutzen zu bringen. Da eine entsprechende Verständigung bisher nicht erzielt worden ist, so sind die verstellbaren Schraubenschlüssel (auch Universalschraubenschlüssel genannt) noch nicht zu entbehren.

Es ist an diesem Orte unmöglich, auf die mannigfachen Einrichtungen solcher Schlüssel einzugehen. Die w. o. angezogene Quelle bietet eine reiche Auswahl derselben. Ich beschränke mich darauf, einige kennzeichnende gebräuchliche Formen anzuführen.

Fig. 606 stellt einen der sogenannten englischen, französischen oder Mannhardt'schen Schlüssel in Ansicht dar. Derselbe ist zweimaulig. Der eine, äussere Doppelbacken, ist mit einer Mittelstange versehen, welche in einem


Fig. 606.

Loch des anderen sich führt und schliesslich in eine Schraubenspindel endigt. Der andere, innere Doppelbacken, ist mit einer, jene Mittelstange einschliessenden Gabel verbunden, welche in eine Röhre verläuft. In dieser Röhre ist nun die lange röhrenförmige Mutter, die mit dem Bolzengewinde des äusseren Doppelbacken in Eingriff steht, gelagert, so dass durch Drehen derselben die Maulweite erweitert oder verengt wird.[1]) Die Maulweite dieses Schlüssels kann also jederzeit der Mutter- bezw. Schraubenkopfdicke entsprechend eingestellt werden. Er leidet aber, abgesehen von anderen Mängeln, an grossem Raumbedarf und weitgehender Nachgiebigkeit, so dass er leicht über, grösseren Widerstand leistende Muttern hinweggleitet, zumal, wenn deren Kanten bei früherer Inanspruchnahme bereits ein wenig gelitten haben. Man findet bei den Schraubenschlüsseln dieser Familie deshalb wohl rauhe Maulflächen angewendet, die

[1]) D. p. J. 1852, 125, 6 m. Abb.
Z. d. V. d. I. 1864, S. 545 m. Abb.; 1885, S. 963 m. Abb.

natürlich die Zerstörung der Mutterkanten fördern, allerdings anderseits auch etwas nützen.

Als Gegenstück diene der Newton-Schwartzkopf'sche einstellbare Schraubenschlüssel[1]). Die beiden Backen desselben, Fig. 607, verschieben sich ineinander, ähnlich wie bei einem früher (S. 572) beschriebenen Feilkloben. In einer Tasche des Backen *b* ist ein Handhebel *a* um den Bolzen *c* drehbar gelagert. Derselbe wirkt mittels der Gelenkverbindung *f i* auf den in *b* geführten Arm des Backen *d* und zwar wird *d* bei Rechtsdrehung des Hebels in bezug auf die Figur dem gegenüberliegenden Backen mit grosser Kraft genähert, bei entgegengesetzter Drehung von demselben weiter entfernt. Der Schwartzkopf'sche Schlüssel gehört deshalb gewissermassen zu den selbstspannenden Zangen (S. 568). Sein wesentlichster Wert liegt darin, dass seine Maulflächen um so kräftiger gegen die Flächen der zu drehenden Mutter gedrückt werden, je grösser der zu überwindende Widerstand ist. Auch zeichnet er sich dem vorhin beschriebenen einstellbaren Schlüssel gegenüber durch den geringen Raumbedarf des Maules aus.[2])

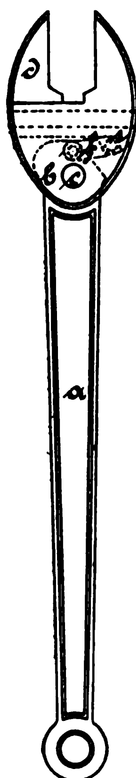


Fig. 607.

Sehr störend ist jedoch, dass die Lage des Hebels *a* gegenüber den Maulflächen von der Maulweite abhängt. Bei beschränktem Raum für die Drehbewegung des Schlüssels, Fig. 604 (S. 588), legt man den Handhebel *b* nicht in die Richtung eines grössten oder kleinsten Durchmessers der sechseckigen Mutter, sondern zwischen beide, also unter einem Winkel von 15° gegen eine der Richtungen, so dass man nötigenfalls die Umdrehung der Mutter in Winkeln von 30° oder in 12 Ansätzen ausführen kann, während der Schwartzkopf'sche Schlüssel jede derartige Rücksichtnahme ausschliesst.

Mit noch kleinerem Ausschlagwinkel kommt man aus, wenn der den Schraubenkopf u. s. w. erfassende Teil — der dann regelmässig geschlossen ist — mit Sperrzähnen versehen ist und der Handhebel mittels einer Klinke auf ihn wirkt. Es entsteht so die Ratsche oder Knarre, welche ursprünglich den Zweck hatte, als Schraubenschlüssel zu dienen[3]); ihr Name rührt her von dem Geräusch, welches bei ihrer Handhabung auftritt. Geschlossene Schlüssel sind auf einem Wege so einzurichten, dass sie ohne weiteres an Köpfe verschiedener Abmessung sich genau anschliessen, nämlich indem man die Löcher nach einer Pyramide bezw. einem Kegel gestaltet; im letzteren Falle ist selbstverständlich eine Art Mitnehmer, eine ebene feste Fläche, gegen welche eine ebene durch die Achse des zu drehenden Gegenstandes gelegte Fläche sich legt, erforderlich, wenn nicht die entstehende Reibung genügt.

Zur Zeit wird die Knarre vorwiegend zum Drehen der Metallbohrer benutzt, und zwar in mannigfacher Einrichtung[4]). Als erstes Beispiel möge die durch Fig. 608 u. 609 abgebildete Bohrknarre[5]) dienen. Die Spindel *f* ist an ihrem freien Ende mit einer abgestumpft pyramidenförmigen Vertiefung versehen, in welche der Bohrer gesteckt wird. Um den Bohrer in seiner Achsenrichtung gegen das Werkstück zu drücken, ist die Schraube *g* mit einer Spitze versehen, welche gegen einen Bohrwinkel oder eine sonst geeignete Hervorragung sich stützt. Man kann nun den Bohrer durch Drehen der Schraube *g* dem Werkstück nähern; die regelmässige Schaltbewegung soll jedoch selbst-

[1]) Z. d. V. d. I. 1864, S. 545 m. Abb.

[2]) D. p. J. 1885, **255**, 213 m. Abb.

[3]) In Prechtl, Technolog. Encykl. 1846, Bd. 14, S. 24 führt Altmüller die Knarre nur als Schraubenschlüssel auf.

[4]) Prechtl, Technolog. Encykl. Ergänzungsband 1, S. 585 m. Abb.

[5]) D. R. P. No. 17477.

thätig stattfinden. Zu dem Ende greift die Klinke *b* des Handhebels *a* gleichzeitig in zwei Sperrräder *e* und *c*. *e* ist mit 18, *c* mit nur 17 Zähnen versehen; sonach dreht sich letzteres Rad rascher als ersteres. Nun bethätigt *e* die Spindel *f*, indem eine im Sperrrade *e* befestigte Feder in eine Nut der Spindel *f*

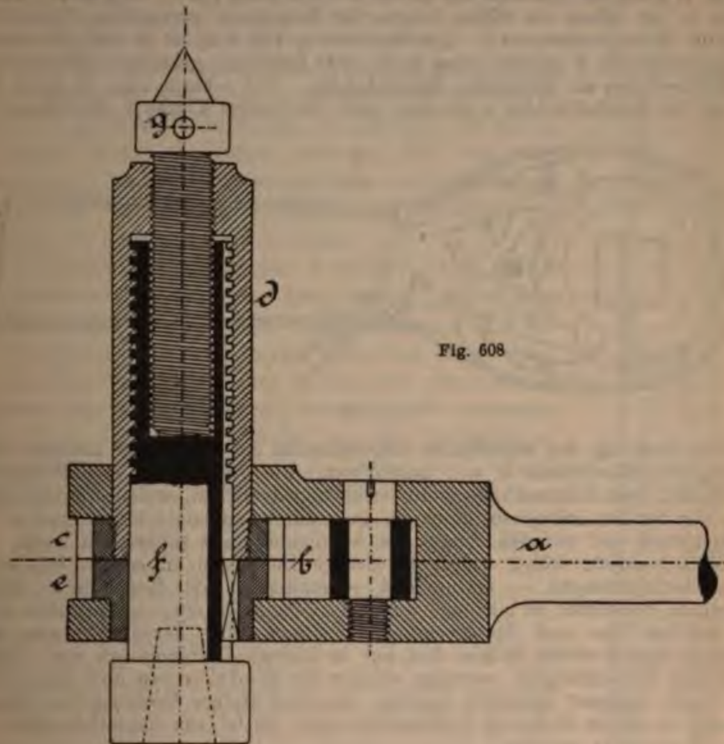


Fig. 608

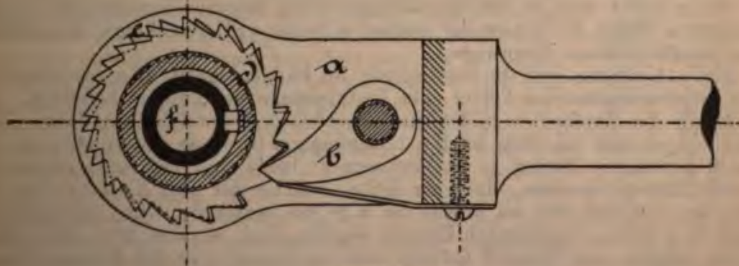


Fig. 609

greift. *c* dreht die Hülse *d*, deren Muttergewinde mit dem Gewinde der Spindel *f* in Eingriff steht. Infolge der Geschwindigkeitsverschiedenheit der Spindel *f* und der Hülse *d* erfolgt die Verschiebung der ersteren gegen die letztere.[1])

Bei den vorliegenden Knarren findet die Drehung nur bei einer Be-

[1]) Z. d. V. d. I. 1884, S. 855 m. Abb.

wegungsrichtung des Handhebels statt; man hat ohne nennenswerten Erfolg solche Anordnungen erdacht, welche das Umzudrehende bei jeder Hebelbewegung in immer derselben Richtung drehen[1]).

Für manche Zwecke, z. B. zum Drehen gewisser Reibahlen ist angenehm, je nach Wunsch die eine oder die andere Drehrichtung hervorbringen zu können. Hierfür ist ein schon vor vielen Jahren für Holzbohrer verwerteter Gedanke in folgender Weise verkörpert[2]). Das Sperrrad *c*, Fig. 610, ist in eine Vertiefung des Knarrenhebels *d* gelegt; seine nach einer Pyramide gestaltete Öffnung dient zum Erfassen des zu drehenden Gegenstandes. Auf *c* kann nun, je nach Einstellung des Ausrückhebels *a* die eine oder die andere Klinke *b* einwirken, wo-



Fig. 610.

durch die Drehung des betreffenden Gegenstandes der einen oder anderen Drehrichtung des Handhebels *d* sich anschliesst. Die Figur zeigt die Einrichtung unverdeckt; beim Gebrauch liegt ein Deckel auf derselben, welcher mittels einer durch den runden schwarzen Fleck im Querschnitt angedeuteten Schraube festgehalten wird und nur den Flügel des Ausrückhebels *a* zugänglich lässt.

Man benutzte früher zweischneidige Bohrer, d. h. solche, welche in beiden Drehrichtungen — mangelhaft — schnitten, um dieselben in beiden Richtungen benutzbar zu machen, weil die Drehung in ein und derselben Richtung bei der Hin- und Herbewegung der Hand nicht hervorzubringen war; allerdings kamen solche Bohrer fast nur in kleinen Durchmessern vor. Später erfand man Vorrichtungen, vermöge welcher der Fiedelbogen und der Triebstahl auch geeignet gemacht wurden, um eine stetige Drehung des Bohrers in immer derselben Richtung herbeizuführen[3]). Es ist von denselben nicht viel Gebrauch gemacht worden.

Heute findet man in den Werkstätten häufig folgende Vorrichtung, welche auf anderem Wege die Benutzung kleiner einschneidiger Bohrer ermöglicht; sie ist amerikanischen Ursprungs.

Fig. 611 versinnlicht die Einrichtung im Längenschnitt. An dem Zapfen *a* ist ein selbstausrichtendes Futter zum Festklemmen des Bohrers befestigt. Die Fortsetzung des Zapfens *a* bildet eine Spindel *k*, in welche ein sehr steiles rechtsgängiges und ein eben solches linksgängiges Gewinde geschnitten ist. Zu ersterem gehört die Mutter *g*, zu letzterem *f*; beide sind mit nach aussen gerichteten Zähnen versehen. In einer Hülse, welche mit dem Knopf *e* fest verbunden ist, befindet sich bei *d* und bei *h* je ein verzahnter Ring, die mit zum Eingriff in *g* bezw. *f* geeigneten Zähnen versehen sind, so dass, wenn der erstere oder der letztere zum Eingriff gelangt und der Knopf *e* in der Achsenrichtung verschoben, aber eine Drehung desselben verhindert wird, die Spindel *k* sich links oder rechts herumdrehen muss.

---

[1]) Prechtl, Technol. Encykl. Ergänzungsband 1, S. 586 m. Abb.
Prakt. Masch.-Constr. 1884, S. 420 m. Abb.
D. p. J. 1887, **263**, 415 m. Abb.

[2]) R. Röntgen, Der Werkzeugfabrikant, Weimar 1875, S. 200 m. Abb.

[3]) Prechtl, Technol. Encykl. 1857, Ergänzungsb. 1, S. 579 m. Abb.

'nter den Ring *h* drückt nun eine kräftige Schrau- er *i*, die sich anderseits auf den Boden der Hülse *c* Drückt man sonach auf den Knopf *e*, denselben im n festhaltend, so dreht sich die Spindel *k* und da- ɪr Bohrer links herum; lässt man dann die Hand gehen, ohne den Knopf *e* loszulassen, so dreht die *i* die Spindel *k* in derselben Richtung.

Iit den letztbeschriebenen Werkzeugen bin ich in das Gebiet der sogenannten Werkzeug- r[1]) geraten, welches ich, aus Mangel an Raum, ɪsem Orte nicht weiter betreten darf. Es steht g mit den Werkzeugmaschinen in Verbindung, ɪs nur bei Ausschweifungen auf deren Gebiet ndlich erörtert werden kann.

Es möge hier noch das Festhalten mittels Iruckes erwähnt werden, wegen des bei ihm chen raschen Anfassens und Loslassens. Es fin- ıs Anfassen statt, indem man den Gegenstand n Rand einer Höhlung bringt und nunmehr in 'er eine Luftverdünnung erzeugt. Der erwähnte muss sich ringsum dicht an den festzuhalten- egenstand legen. Durch Aufheben der Luftver- ng wird ohne weiteres die Verbindung gelöst. Seitens der Gassenjungen wurde dieser Vorgang, als 'astersteine noch kleiner waren, in folgender Weise eführt. Man befestigte in der Mitte eines wohl- veichten kreisrunden Lederstückes eine genügend Schnur, drückte die Ränder des Leders gut an die iche des nassgemachten Steines und zog dann, zu- behutsam, dann kräftig an der Schnur. Die Mitte ders hob sich ab, die Ränder aber blieben an dem iegen; so entstand zwischen Stein und Leder eine Luft- velche ersteren zwang, dem letzteren zu folgen. Neuer- vielfach in Gebrauch gekommene Gummiplättchen mit , welche man benutzt, um irgend welche Gegen- an Glasscheiben zu hängen (Luftdruck- oder pneu- che Aufhänger), benutzen den gleichen Gedanken. Bei Briefumschlagmaschinen benutzt man zum en der einzelnen Papierblätter eine an ihrer Mün- zum Saugrüssel erweiterte Röhre. Der Rand der ing legt sich auf das Papierblatt, dann wird aus öhre die Luft gesaugt, die Röhre selbst so bewegt, e das angefasste Papier in geeigneter Weise in die ıschine legt und hierauf in ihr ein kleiner Luft- uck erzeugt, infolgewessen das Papier rasch auf neuen Ort geworfen wird.[2])



Fig. 611.

[1]) Mitt. d. Gewerbver. f. Hannover 1852/53, S. 59 m. Abb.
D. p. J. 1869, **194**, 192 m. Abb.; 1877, **244**, 36 m. Abb.; 1878, **230**. 105 m. Abb.; 1879, **231**, 14 m. Abb.; 1887, **264**, 105 m. Abb.
Z. d. V. d. I. 1873, S. 638 m. Abb.; 1882, S. 99 m. Abb.; 1885, S. 906 b.; 1887, S. 1096 m. Abb.
Portef. économique des machines, Juli 1877 m. Abb.
Engineering, Jan. 1881, S. 38 m. Abb.
Annales industr. Juni 1883, S. 688 m. Abb.

[2]) D. p. J. 1849, **114**, 329 m. Abb.

Auch zum Festhalten der Glasplatten ist der Luftdruck im vorliegenden Sinne zur Anwendung gekommen;[1]) ebenso zum **Bogenanlegen**[2]) und zum Andrücken des Papiers an **Walzen**[3]).

E. Schöpfen und Ausgiessen.

Mit seltenen Ausnahmen findet das Schöpfen der Flüssigkeiten und Sammelkörper zum Zweck des **Fortbewegens**, bezw. **Forttragens** an einen andern Ort statt; hier muss sich das Ausgiessen anschliessen. Die betreffenden Mittel oder Werkzeuge müssen daher unter Rücksichtnahme auf alle drei Aufgaben gewählt werden, ihre Erörternng sich gleichzeitig auf die drei Vorgänge erstrecken.

Es seien hier der Reihe nach das Fortbewegen, einschliesslich der Einleitung und des Schlusses desselben in **Gefässen**, mittels **Tragbänder, Schrauben, Gabeln** und **strömender Flüssigkeit** besprochen.

a. Das **Forttragen in Gefässen** bedient sich zum Schöpfen entweder des **Eingiessens** aus einem anderen, entsprechend höher belegenen Gefässes oder des **Schöpfens im engeren Sinne des Wortes** bezw. **Schaufelns**.

Ersteres bedarf keiner Erörterung; nur das Fortbewegen selbst und Ausgiessen giebt zu einigen Bemerkungen Veranlassung, welche der Besprechung der zum Tragen und Ausgiessen flüssiger Metalle dienenden Gefässe angeschlossen werden sollen.

Wenn abgesehen wird von der Benutzung der Schmelzgefässe für den vorliegenden Zweck, so bleiben als Werkzeuge die **Löffel** oder **Kellen** und die **Pfannen**. Erstere fassen höchstens 25 *kg* und werden von einem Mann getragen, letztere werden bis zu 8000 bis 9000 *kg* Fassungsvermögen hergestellt. Bis zu 250 *kg* aufnehmende Pfannen nennt man **Tragpfannen**, soweit sie von Menschen getragen werden sollen; grössere Pfannen werden stets mittels des Kranes getragen und fortbewegt, sie heissen demzufolge **Kranpfannen**, während die grössten Pfannen fest oder kippbar auf Wagen ruhen, welche auf einer Eisenbahn verschoben werden.

Fig. 612 stellt eine Kelle für kleinere Gussstücke in zwei Schnitten und einem Grundriss dar; sie hat etwa 20 *cm* obere Weite, 12 *cm* Tiefe und fasst bis 13 *kg* Eisen. Das Gefäss besteht aus Gusseisen und ist deshalb — wie alle in Rede stehenden Kellen und Pfannen — inwendig mit einer dünnen Lehmschicht ausgekleidet. Behufs Ausgiessens in geschlossenem Strahl bezw. sicheren Treffens der Eingussöffnung ist die Kelle mit einer **Schnauze** versehen. Beim Ausgiessen wird der Stiel der Kelle auf das linke Oberbein gelehnt, weshalb, da der Giesser die Schnauze stets beobachten muss, diese rechts vom Stiel sich befindet. Ein geschickter Giesser ist im stande, während des Giessens auch den **abwehrenden** Spaten (S. 280) zu halten.

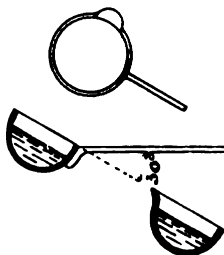


Fig. 612.

---

1) D. p. J. 1853, **129**, 94 m. Abb.
2) Z. d. V. d. I. 1887, S. 1104 m. Abb.
3) Uhland's techn. Rundschau 1888, S. 50 m. Abb.

Fig. 613 ist ein Schnitt einer aus Blech gefertigten Kelle. Ihre obere Weite etwa 22 *cm*, die Tiefe etwa 15 *cm*; sie kann bis 25 *kg* Eisen aufnehmen. Das Tragen dieser wie der vorhin beschriebenen Kelle wird dadurch er-rt, dass die strahlende Wärme des flüssigen Metalles die der Kelle zunächst lliche Hand des Arbeiters erheblich be-t. Man bringt deshalb an der Kelle einen n an, Fig. 614.

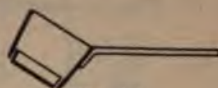


Fig. 613.

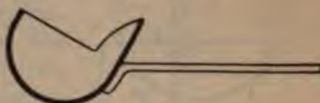


Fig. 614.

Die Tragpfanne, Fig. 615, ist ein aus blech schwach kegelförmig gestaltetes Ge-welches in den Ring der Traggabel ge-wird. Mit dem Ring sind zwei Stangen weisst, welche von den Arbeitern behufs ns und Kippens, also Ausgiessens des es mit den Händen erfasst werden. In icht auf letzteres ist eine der Stangen ge-t, die entgegengesetzt liegende verläuft en als Stange, so dass nur an ersterer r das Ausgiessen erforderliche Drehkraft ausgeübt werden kann. Das be-t den Grad des Kippens von einem Willen abhängig zu machen. Wollte

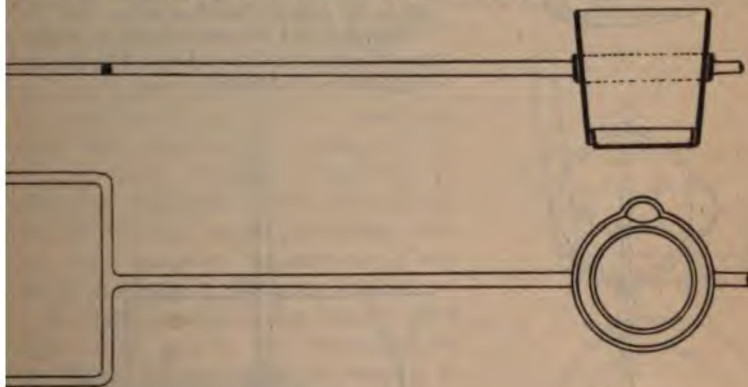


Fig. 115.

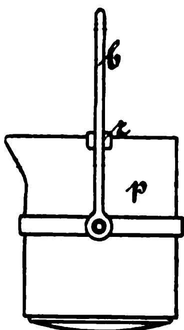
tatt dessen durch Hinüberrufen den oder die an der anderen Seite stehen-rbeiter veranlassen, im Einklang mit dem ersteren die zweckentsprechende ng des Gefässes herbeizuführen, so würden manche Missverständnisse und widrige Vorkommnisse stattfinden. Um das Kippen des Gefässes zu er-ern, legt man den Schwerpunkt des Gefässes einschliesslich des Gefässin-nur wenig unter die Achse der Tragstangen, vermeidet aber mit aller lt, dass jener Schwerpunkt mit der Tragstangenachse zusammenfällt oder öher zu liegen kommt als diese, weil hierdurch ein zufälliges Kippen des es herbeigeführt werden könnte.

Durch Auflegen eines leichten Deckels schützt man die Arbeiter vor der enden Wärme und dem blendenden Licht des Metalles.

Eine bis 250 *kg* Eisen fassende Pfanne hat beispielsweise 40 *cm* obere, 33 *cm* Weite, 40 *cm* Tiefe; der Ring misst 2,5 bei 6 *cm*; die Stangen sind am 5 *cm*, am dünnsten Ende 3 *cm* dick und von der Pfannenmitte ab ge-n 2 *m* lang. Die Gabelweite beträgt 60 *cm*, ihre Tiefe 40 *cm*.

Die Kranpfanne *p*, Fig. 616, ist mit einem Ring verbunden, an welchem Schildzapfen sich befinden. Diese sind in den Enden eines hufeisenförmigen s *b* drehbar gelagert. Mittels des Bügels *b* wird das Ganze an den Haken iessereikranes gehängt. Beide Schildzapfen ragen über ihre Lagerungen und mit pyramidenförmigen Ansätzen hervor, auf welche der gegabelte Rohr-

schlüssel *c* gesteckt und mittels Splintes befestigt werden kann. Die Gabel des Rohrschlüssels *c* dient für das Kippen. Da nun einerseits wegen des grösseren Gewichts einer derartigen Pfanne das Kippen derselben an sich schwerer ist als bei einer kleineren, der Schwerpunkt derselben deshalb möglichst nahe unter die Achse der Schildzapfen gelegt wird, anderseits aber während des Fortbewegens der Pfanne dieselbe mittels des gegabelten Rohrschlüssels nicht wohl am Schaukeln gehindert werden kann, so befestigt man die Pfanne *p* gegenüber dem Bügel *b* noch durch Riegel *r*, welche erst dann gelöst werden, wenn das Ausgiessen beginnen soll.



Grössere Kranpfannen, Fig. 617, werden wegen der Grösse des für sie erforderlichen Drehmomentes nicht mehr freihändig gekippt. Man befestigt vielmehr auf einem ihrer Schildzapfen ein Wurmrad (es genügt der Ausschnitt eines solchen), in welchen ein am Bügel *b* gelagerter Wurm greift. Auf einen der vorspringenden Zapfen des Wurmes wird dann, behufs des Drehens der gegabelte Rohrschlüssel *c* gesteckt.

Ähnlich ordnet man die fahrbaren Pfannen, sofern sie gekippt werden sollen, an.

Die grössten Pfannen rüstet man mit einem (aus feuerfesten Thon hergestellten und gut gebrannten) Bodenventil aus.

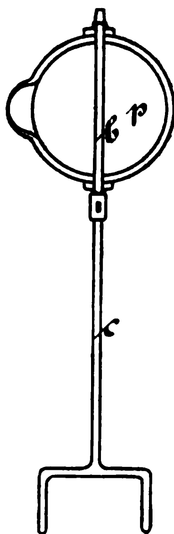


Fig. 616.

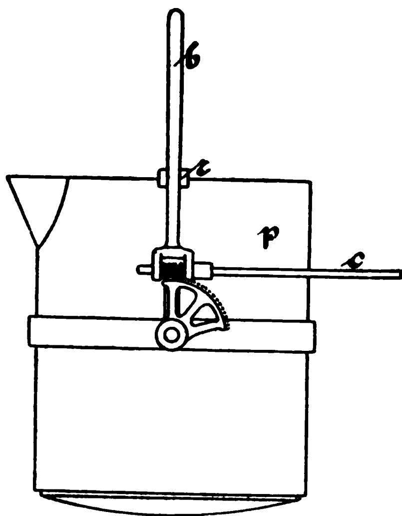


Fig. 617.

Letztgenannte Anordnung schliesst u. a. den schwerwiegenden Vorteil ein, dass der Schaum (S. 280) sicher vom Ausfliessen zurückgehalten wird, solange flüssiges Metall vorhanden ist.

Auch an anderen Pfannen findet man Einrichtungen, welche das Zurückhalten des Schaumes mittels besonderer Spaten überflüssig machen. Maudslay traf die durch Fig. 618 versinnlichte Einrichtung[1]). Von anderen sind stellbare Abwehrer angeordnet. Am zweckmässigsten dürfte sein, das Metall nur an

[1]) D. p. J. 1863, **167**, 120 m. Abb.

r tiefsten Stelle des Gefässes abfliessen zu lassen; S. 280 wurde bereits eine hin zielende Einrichtung abgebildet. Häufiger findet man die durch Fig. 619 Schnitt und Grundriss dargestellte Anordnung. Die Pfanne p enthält nahe rem Boden eine seitlich liegende Abflussöffnung. n diese schliesst sich eine Röhre a, die aus mulnförmig gebildetem Blech hergestellt und an die fanne genietet ist.



Fig. 618.

Sammelkörper können auf ein wagerecht ausspanntes entsprechend breites Tragband, weles über Rollen gelegt und durch Drehung der tzteren fortzubewegen ist, gegossen werden. ie Breite des Tragbandes ist gegenüber der eite der die Sammelkörper zuleitenden Gosse zu wählen, dass die seitwärts sich bildenden öschungen ein Herabfallen von Teilen des zu rdernden Gutes verhindern.

Die Geschwindigkeit des Tragbandes darf ein gewisses Mass nicht berschreiten, weil andernfalls die umgebende Luft das zu fördernde ut hinwegspült (vergl. S. 73). Anderseits eine gewisse Geschwindigkeit für das Aberfen bezw. Ausschütten erwünscht.

Soll das Fördergut stets an einem und mselben Orte abgeworfen werden, so ordt man die letzte Rolle des Tragbandes so , dass das Fördergut beim Niedergange s Bandes vermöge seines Gewichtes einch in eine geeignet angeordnete Gosse er dergl. niederfällt. Hierbei kommt zuchst die Geschwindigkeit des Bandes nicht Frage. Sind jedoch die Sammelkörper ebrig (Thon, Rübenschnitzel u. dergl.), so zweckmässig dem Gewichte derselben rch die Schleuderkraft zu Hilfe zu kommen.





Fig. 619.

Heisst die Geschwindigkeit des Tragbans v, der Halbmesser, in dem es sich um die zte Rolle legt, r und $m\,g$ das Gewicht eines r geförderten Körper, so beträgt die Schleurkraft

$$S = \frac{m \cdot v^2}{r}.$$

Wenn daher $\frac{v^2}{r}$ ebenso gross gemacht wird wie g (9,81), so wird die das lösen anstrebende Kraft doppelt so gross, als sie vermöge des betr. Körperwichts allein ist. Diese Grösse ist aber für $\frac{v^2}{r}$ in sehr vielen Fällen zu erchen. Es sei beispielsweise $r = 0{,}25\ m$, dann wird, wegen

$$\frac{v^2}{0{,}25} = 9{,}81 : v = 1{,}57\ m.$$

Die Schleuderkraft spielt eine wichtigere Rolle, wenn das Abwerfen Fördergutes nicht immer an demselben Orte stattfinden soll.

In Fig. 620 bezeichnet *a* das leer zurücklaufende Trum des Förderbandes, *b* das beladene. Zwei Rollen *c* sind in einem um Schildzapfen *d* drehbaren Bügel so gelagert, dass sie entweder die gezeichnete Lage annehmen können, oder die jetzt oben befindliche Rolle nach unten und die jetzt untere nach oben verlegt wird. In letzterem Falle bewegt sich das Band *b* frei zwischen den Rollen *c* hindurch, seine Bürde weiter tragend. Soll aber am Orte der Rollen *c* das Abwerfen stattfinden, so werden diese in die gezeichnete Lage gebracht, eine zum Auffangen des abgeworfenen Fördergutes geeignete Gosse *e* vorgelegt und durch die Schleuderkraft das Gut auf die Gosse übertragen.

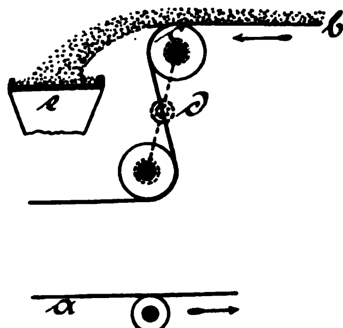


Fig. 620.

Die Wurfbahn des Gutes muss nun notwendigerweise eine solche sein, dass weder diesseits noch jenseits der Gosse etwas von ihm hinwegfällt. In Rücksicht auf das unvermeidliche Streuen des Stromes wird man die Gosse breit genug wählen; immerhin ist eine Bestimmung der Wurfbahn erforderlich, um die Anordnungen geeignet treffen zu können. Die Wurfbahn ist nun, wenn vom Luftwiderstand abgesehen wird, ein Stück einer einfachen Parabel, welche da beginnt, wo die Wirkung der Schleuderkraft diejenige des Gewichtes aufhebt bezw. überwiegt.

Der Einfachheit halber soll für die folgende Berechnung angenommen werden, dass am höchsten Punkte der oberen Rolle *c* die Schleuderkraft gleich oder grösser ist als das Gewicht $m\,g$, also (vergl. S. 598)

$$\frac{v^2}{r} \geq g.$$

Alsdann liegt der Scheitel der Parabel genau über der Mitte der oberen Rolle *c*.

Jedes Korn bewegt sich von dem betreffenden Scheitelpunkte in wagerechter Richtung mit der bisherigen Geschwindigkeit v gleichförmig weiter, so dass es sich nach der Zeit t in der wagerechten Entfernung

$$x = v\,t$$

von dem Scheitelpunkte bezw. der Mitte von c befindet. Es bewegt sich aber auch infolge Wegfalls des stützenden Bandes mit beschleunigter Geschwindigkeit (freier Fall) senkrecht nach unten, so dass seine senkrechte Entfernung vom Scheitelpunkte nach der Zeit t beträgt:

$$y = g\,\frac{t^2}{2}.$$

Aus der Vereinigung beider Ausdrücke erhält man die zusammengehörenden Werte von x und y ohne weiteres zu:

$$y = \frac{g}{2\,v^2}\cdot x^2,$$

womit die Wurfbahn festgelegt ist.

Körnige Sammelkörper fördert man in, im wesentlichen wagerechter Richtung sehr häufig mittels Schrauben, die auch wohl Schnecken genannt werden. Sie bestehen entweder aus um ihre Achse kreisenden Trommeln, in welche ein Schraubengewinde gelegt ist, so dass das, an einem

Ende mittels einer geeigneten Gosse eingeleitete Fördergut gezwungen wird, die Windungen verfolgend allmählich zum anderen Ende sich zu bewegen, woselbst es ausgeworfen wird, oder, weit häufiger aus um eine Spindel gelegtem Schraubengewinde, welches in einem festen Troge kreist. Fig. 621 stellt eine derartige gebräuchliche Schraube im Längen- und Querschnitt dar. Der Trog ist aus Blech gemacht (wenn derselbe aus



Fig. 621

Holz gefertigt ist, so pflegt derselbe rechteckigen Querschnitt mit eingelegten Eckleisten zu haben), die Schraube besteht aus gusseisernen Stücken, welche auf einer schmiedeisernen Spindel aneinander gereiht sind. Die Schraubengewinde werden häufig aus Blech gefertigt und auf einer schmiedeisernen Röhre befestigt, oder Spindel wie Schraubengewinde aus Holz hergestellt.

Die Aufnahme und Abgabe des Fördergutes bedarf einer weiteren Erörterung nicht, das eigentliche Fördern dagegen ist nicht ohne weiteres deutlich zu erkennen. Man darf nicht, wie wohl geschehen, kurzer Hand das Fördergut mit einer Mutter vergleichen, welche vor der kreisenden Schraube fortgeschoben wird.

Das lockere Fördergut wird thatsächlich durch die Gewindeflächen auf der Seite, wo diese nach oben sich bewegen, empor gehoben, teils weil diese winkelrecht gegen das Fördergut drücken, teils, weil zwischen dem letzteren und den Gewindeflächen Reibungswiderstände auftreten. Auf der entgegengesetzten Seite der Spindel senkt sich das Fördergut aus gleichem Grunde (vergl. den Querschnitt, Fig. 621). Naturgemäss wird dasselbe in der Nähe der Schraubenflächen am meisten von diesen beeinflusst, so dass in der Längenrichtung der Schraube eine Böschung der Fördergutsoberfläche stattfindet. Sobald der Böschungswinkel des Fördergutes hierdurch grösser wird als der ihm eigentümliche, so rutscht dasselbe, der Schraubenfläche entlang gleitend, oder über die Böschung stürzend hinab und bewegt sich dabei in der beabsichtigten Förderrichtung. Die eine Begrenzung des innerhalb eines Schraubenganges befindlichen Fördergutes wird von dem Troge, die andere von der Schraubenfläche, die dritte von der zufällig sich bildenden Böschungsfläche begrenzt; es ist daher dessen Menge genau nicht zu bestimmen, da der Böschungswinkel von zahlreichen, ihrem Werte nach nicht genau bestimmbaren Nebenumständen abhängt. Man muss sich daher mit einer Annäherungsrechnung begnügen.

den Rand von *c* in der Richtung dieses Werkzeuges fortgeschoben werden müsste. Dem würde, wegen der räumlichen Ausdehnung des Stückes seitens der übrigen Stücke grosser Widerstand entgegengesetzt werden. Deshalb ist allein zweckmässig, den Gefäss- bezw. Schaufelrand in Berührung mit der festen Fläche *a*, wie bei *d* gezeichnet, einzuschieben, wobei jederzeit nur ein geringes Verschieben der Stücke in der Richtung nach oben verlangt wird. Es mag noch erwähnt werden, dass diese Wirkungsart ein möglichst gutes Anliegen des mehrerwähnten Randes an die Fläche *a* bedingt, also z. B. einen geraden Rand erfordert, wenn die Fläche *a* winkelrecht zur Bildfläche geradlinig ist, dagegen einen krummen, wenn sie nach einer krummen Linie verläuft.

Bei dem Schöpfen faseriger Gebilde führt das beschriebene Verfahren ebenfalls zu gutem Erfolge.

Wenn dagegen der Rand in Nadelspitzen aufgelöst, die Schaufel zur Gabel, Forke oder zum Rechen wird, so vermögen diese Spitzen die Fasern winkelrecht zu ihrer Länge leicht seitwärts zu verschieben. Die Fasern müssen sich zwischen den Nadeln oder Zinken mit einem kleinen Raum begnügen und drängen sich so kräftig gegen dieselben, dass die entstehende Reibung zum Festhalten genügt.

Wie schon w. o. hervorgehoben, muss bei Wahl der Gestalt und Einrichtung der schöpfenden Werkzeuge auch das beabsichtigte Forttragen wie das Ausschütten bezw. Abwerfen berücksichtigt werden.

Das Forttragen gelingt ohne weiteres, wenn zufälliges Ausschütten bezw. Abwerfen vermieden wird.

Das Ausschütten wird entweder dadurch bewirkt, dass man die tragende Schaufel oder das Gefäss an dem betreffenden Orte so weit neigt, wie zum Abrutschen, Abfallen oder Abfliessen des Fördergutes erforderlich ist, oder eine solche gegensätzliche Geschwindigkeit zwischen Fördergut und Werkzeug hervorbringt, dass die Massenwirkung des ersteren das Abwerfen bewirkt, oder endlich, dass man das Fördergut abstreift bezw. abschiebt.

Hierfür mögen einige Beispiele angeführt werden.

Ein Becherwerk besteht aus einem um zwei verschieden hoch gelagerte Rollen gelegten endlosen Bande (oder einer Kette), an welchem Gefässe befestigt sind, die bei geeigneter Drehung der Rollen schaufelnd oder sonst schöpfend das Fördergut aufnehmen, emporheben und oben ausgiessen. Kleinere solcher Gefässe heissen insbesondere Becher, grössere Eimer, so dass man auch von Eimerwerken spricht.

In Rücksicht auf das Schöpfen ist, aus (S. 601) angegebenen Gründen, zweckmässig, den Boden des Troges, aus welchem geschöpft werden soll, dem Wege der Gefässränder möglichst anzuschliessen, letztere womöglich an dem Boden leicht schleifen zu lassen, wenn grobkörnige Sammelkörper gehoben werden sollen. Auch empfiehlt sich, den Winkel, welchen der Gefässrand mit der Bewegungsrichtung einschliesst, möglichst klein zu wählen. Die Forderungen, welche erfüllt werden müssen, um möglichst vollkommenes Ausschütten zu erzielen, sind weniger einfach zu übersehen.

Es kann dieses Ausschütten in gleicher Weise erreicht werden, wie bei dem Förderbande (S. 597), nämlich entweder, indem vermöge Zusammenwirkens der Schleuder- und Schwerkraft das Fördergut abgeworfen wird, oder indem

'erkraft im wesentlichen allein die Entleerung der Gefässe überlassen

ıfs Erkennens der Vorgänge möge angenommen werden, die Schleuder- im Scheitel O, Fig. 624, gleich der Schwerkraft, der Bahn-Krümmungs-

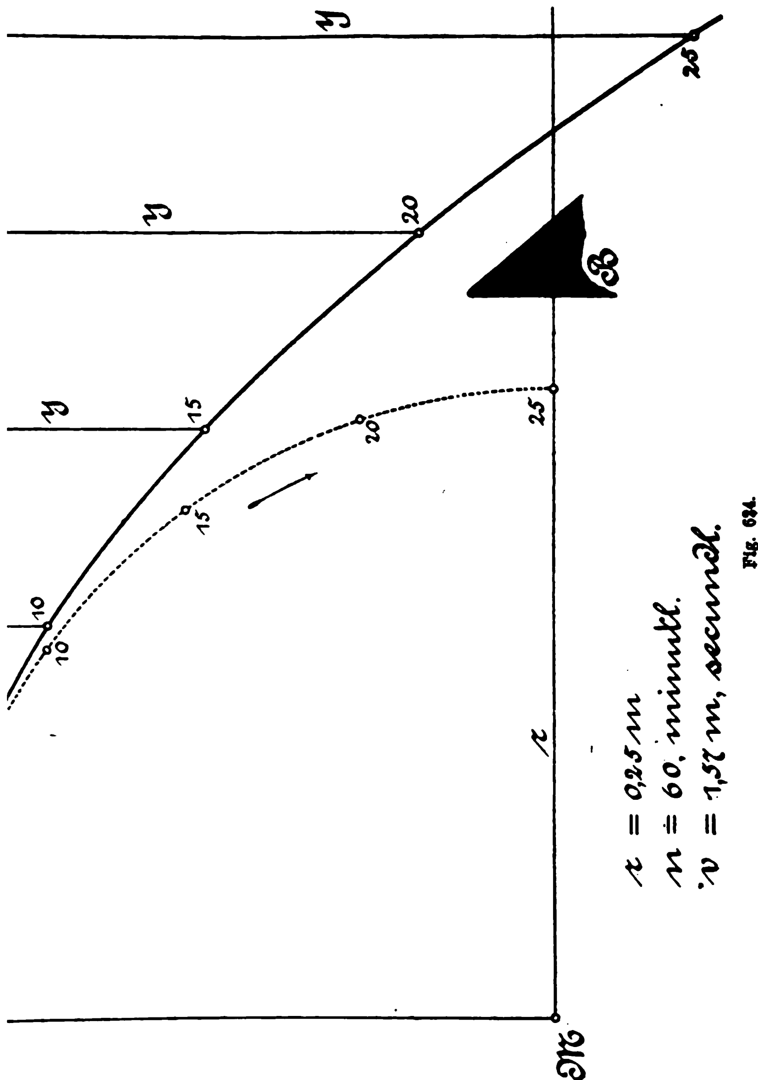


Fig. 624.

ɜr irgend eines der Körper sei $r = 0{,}25\ m$, die Geschwindigkeit im), also in wagerechter Richtung, sei $v = 1{,}57\ m$ und demnach die minut- drehungszahl $n = 60$.

Wurfbahn bestimmt sich alsdann, wenn [illegible] stände in

wagerechter bezw. senkrechter Richtung vom Scheitelpunkte O bedeuten, nach S. 598 zu:

$$x = v \cdot t \quad \text{und} \quad y = g\frac{t^2}{2}$$

oder

$$y = \frac{g}{2v^2} \cdot x^2.$$

In Fig. 622 sind durch 5, 10 u. s. w. die Punkte der Wurfbahn bezeichnet, welche von dem in Rede stehenden Körperchen nach $^5/_{100}$, $^{10}/_{100}$ u. s. w. Sekunden erreicht werden. Die Wurfbahn führt das Korn über die Kante B in die sich anschliessende Gosse.

Es ist aber die Frage, ob sich das Korn rechtzeitig von dem Becher frei macht. Um diese Frage zu beantworten, ist um den Rollenmittelpunkt M ein Kreis geschlagen, welcher die Bahn des Punktes bezeichnet, den das Körperchen im Scheitelpunkt O dem Becher gegenüber einnahm; ferner sind die Stellen, an welchen dieser Punkt nach $^5/_{100}$, $^{10}/_{100}$ u. s. w. Sekunden sich befindet, durch die beigeschriebenen Zahlen hervorgehoben.

Die Gegenüberstellung dieser und der auf der Wurfbahn vermerkten Punkte liefert den gegensätzlichen Weg des Kornes und Bechers. Man erkennt, dass anfänglich das Korn in der Richtung der Becherbewegung mehr voreilt als winkelrecht zu dieser, später aber weniger. Verzeichnet man die gegensätzliche Bahn des Kornes zum Becher auf der Drehebene des letzteren, so erhält man die krumme Linie a bis 25, Fig. 625, in welcher die Zahlen gleiche Bedeutung wie in Fig. 624 haben. Aus dem Verlauf dieser krummen Linie ergiebt sich, dass, wenn der Becher winkelrecht zu seiner Bahn ∼ 3 *cm* grösste Weite haben soll, seine Rückwand mit seiner Sohle $a\,b$ einen Winkel von etwa 45° einschliessen muss, sofern auch die in der linksseitigen Ecke des Bechers bei a befindlich gewesenen Körner, ohne mit dem oberen Becherrande zusammen zu stossen, den Becher verlassen sollen. Eine grössere Becherweite würde einen stumpferen Winkel verlangen.

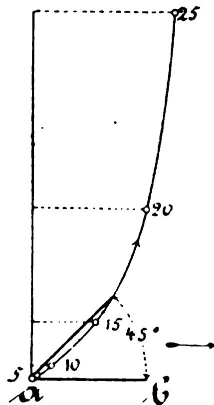


Fig. 625.

Die an Hand vorliegenden Beispiels gewonnenen Thatsachen — welche übrigens durch anders gewählte Beispiele sich nur wenig ändern — lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Das Ausschütten unter vorwiegender Benutzung der Schleuderkraft bedingt kleine Abmessungen der Becher in der Bewegungsebene und einen zum Schöpfen wenig günstigen Winkel. Es gestattet aber (vergl. den durch Fig. 623 dargestellten gegensätzlichen Weg), die Becher unmittelbar aufeinander folgen zu lassen und macht ausserdem das Becherwerk durch die grosse Geschwindigkeit leistungsfähig. Der Mangel hinsichtlich des Schöpfens kann angesichts der engen Becherstellung dadurch gehoben werden, dass man das Fördergut unmittelbar in die Becher fliessen und nur das Vorbeifallende durch Aufschaufeln schöpfen lässt.

Es sei bemerkt, dass das erörterte Verfahren meines Wissens nirgend angewendet wird. Die Geschwindigkeit ist allerdings in den letzten Jahren gesteigert, man hat sich aber wenig darum gekümmert, dass auch die Gestalt der Becher eine andere als bei geringer Geschwindigkeit werden muss. So wird denn trotz der (vermeintlich) erzielten grösseren Wurfweite das gehobene Gut nur zum Teil in die Gosse geworfen; zum ar

deren nicht unerheblichen Teil muss es die Becher wieder nach unten begleiten, um aufs neue gehoben zu werden.

Ein gebräuchliches mit 80 bis 100 *cm* Geschwindigkeit bei 40 bis 60 *cm* Rollendurchmesser arbeitendes Becherwerk stellt in seinem oberen Teil Fig. 626 dar. *e* bezeichnet die obere Rolle, *a* das endlose Band, *b* die Becher und *d* die Wand, über welche das Fördergut zu werfen ist. Fig. 627 stellt den Durchschnitt eines Bechers *b* mit dem endlosen Band *a* in grösserem Massstabe dar. Die Rückwand des Bechers ist durch einen Viertelkreis gebildet, die Sohle um ein Drittteil der Mündungsweite über den Bogenmittelpunkt verlängert, um die



Fig. 626.



Fig. 627.

Befestigung des Bechers am Bande leicht ausführen zu können. Würde nun die Geschwindigkeit so gering sein, dass die Schleuderkraft überhaupt keine Rolle spielte, so würde die Entleerung des Bechers etwa bei einer Neigung des-elben um 45° gegen die Wagerechte beginnen und die Wurfbahn hierdurch estimmt sein. Die Entleerung der Becher würde ohne Anstand vor sich gehen nd bei zweckmässiger Seiten- und Höhenlage der Kante von *d*, Fig. 626, das ut sicher in die Gosse gelangen, wenn gleichzeitig dafür gesorgt wäre, dass er voraufgehende Becher nicht in die Wurfbahn ragt. Dieser Vorgang bedingt ber sehr geringe Geschwindigkeit, grossen Abstand der Becher, also geringe eistungsfähigkeit; fordert ausserdem, dass dem Abrutschen des Gutes möglichst eringe Schwierigkeiten bereitet werden. In letzterer Beziehung wird nun — egen Rücksichtnahme auf andere Umstände — ganz erheblich gesündigt. Die efestigung findet meistens an der, der Ausgussstelle des Bechers zugekehrten eite des Bechers statt und verursacht dort erhebliche Hemmnisse für das Abutschen des Fördergutes (vergl. Fig. 627).

Bei den sich langsam bewegenden Eimerketten der Aufbereitungswerke ir Kohlen und Erze wie bei den Baggern findet man nicht selten die Sohle es Eimers erheblich verlängert, auch wohl ein wenig emporgebogen, um so as auszuwerfende Gut möglichst weit von dem die obere Rolle des Becherwerkes vertretenden Prisma niederfallen zu lassen[1]). Bei dem in der zuletzt nannten Quelle beschriebenen Werk ermöglicht man hierdurch die senkrechte age des Eimerwerks, während sonst wohl ein rasches Zurücklenken des ent-

[1]) Le génie civil, Jan. 1884, S. 207 m. Abb.
Revue industr. Febr. 1884, S. 88 m. Abb.

leerten Bechers stattfindet, um die Kante der Gosse (*B*, Fig. 624, *d*, Fig. 626) näherlegen zu können, oder das Becher- bezw. Eimerwerk nach der Auswurfsstelle zu gleichem Zwecke mehr oder weniger stark überhängen lässt[1]).

Es ist auch vorgeschlagen worden, das obere Gossenende derartig beweglich zu machen, dass es während des Ausschüttens unter den betreffenden Becher ragt, aber früh genug zurücktritt, um dem Becher freie Bahn zu gewähren[2]).

Um das unbequeme Durchhängen der nicht beladenen Becherreihe zu verhüten, werden dieselben auch besonders geführt[3]).

Bei den Schöpfrädern[4]) entleeren die an einem Radkranz befestigten Becher sich nach innen. Ähnliches ist für an endlose Ketten befestigte Eimer durchgeführt[5]). Um lehmige Stoffe sicher aus den Eimern zu entfernen, werden zuweilen die Böden der letztern beweglich gemacht[6]).

Durch die angeführten Beispiele dürfte genügend dargethan sein, welche Aufmerksamkeit einerseits dem Entleeren der Becher bezw. Eimer gewidmet wird. Leider findet man gleiche Sorgfalt nicht hinsichtlich des leichter zu erzielenden Ausschüttens trockner Sammelkörper.

Über verschiedene Becherwerksanordnungen wolle man in den unten verzeichneten Quellen nachsehen[7]).

In manchen Fällen verwendet man den Becherwerken bezw. Eimerwerken ähnliche Einrichtungen, welchen das zu fördernde Gut aufgelegt wird, während das Abwerfen selbständig geschieht, oder solche, bei welchen beide Thätigkeiten durch die Hand der Arbeiter verrichtet werden. Letztere heissen im allgemeinen Langmaschinen, weil sie das unten Aufgelegte dem oben oder wagerecht davon in einiger Entfernung befindlichen Arbeiter zulangen oder hinreichen. Im ersteren Falle (Bänder mit Querleisten zum Fördern des Thones, der Rübenschnitzel, bestimmter Holz- und Metallgegenstände) spricht man wohl von Förderbändern. Ihre Einrichtung ist einerseits ihren Zwecken entsprechend so vielseitig, anderseits so leicht zu durchschauen, dass ich auf ihre Erörterung an diesem Orte verzichten muss und kann. Nadeln, Rechen und dergleichen werden behufs Förderung faseriger Stoffe ähnlich wie Becher oder Eimer an einem endlosen Bande oder dergl. Kette befestigt, oder ähnlich den Schöpfrädern rad- bezw. walzenförmig angeordnet. Am Bestimmungsorte lässt man das Fördergut durch die Schleuderkraft abwerfen oder mittels geeigneter Vorrichtungen abstreifen.

---

1) Z. d. V. d. I. 1886, S. 1042; 1887, S. 202 mit guten Abb. und reicher Quellenangabe.

2) D. p. J. 1871, **199**, 83 m. Abb.

3) D. R. P. No. 9 507.

4) Polyt. Centralbl. 1858, S. 244 m. Abb.
Z. d. V. d. I. 1874, S. 324 m. Abb.

5) The Engineer, Juni 1880, S. 405 m. Abb.
Zeitschr. f. Baukunde, 1882, S. 517 m. Abb.
Prakt. Masch.-Constr. 1885, S. 182 m. Abb.

6) Z. d. V. d. I. 1870, S. 203 m. Abb.; 1873, S. 741 m. Abb.

7) Anlagen der Victoria-Speicher in Berlin: D. B. Z. 1880, S. 541 m. Abb.
D. p. J. 1874, **212**, 103 m. Abb.; 1884, **251**, 13 m. Abb.
Speicheranlage in Budapest: Prakt. Masch.-Constr. 1885, S. 295, S. 315 m. Abb.

Zur Fortbewegung glatter Gegenstände, insbesondere des Papiers, ıtzt man vielfach eine besondere Art Förderbänder. Sie sind über wei Rollen gespannt und werden nach Umständen durch andere Rollen ützt; die paarweise vorhandenen Bänder nehmen das zu fördernde k zwischen sich und bewegen es durch die auftretende Reibung fort.

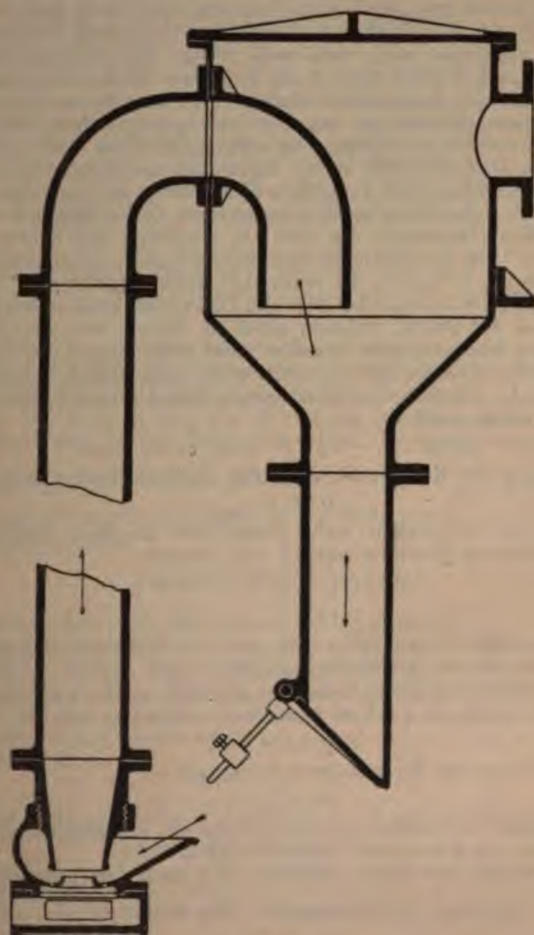


Fig. 628.

W. o. (Seite 516) wurde der Eigenschaft bewegter Flüssigkeiten ıcht, kleine Körper fortreissen zu können. Man benutzt sie vielfältig, über bereits zahlreiche Beispiele angeführt worden sind. Es mögen elben noch Beispiele angefügt werden, bei welchen die Förderung als ıtsächlichster bezw. einziger Zweck vorliegt.

Fig. 628 stellt eine Einrichtung zum Getreidefördern in senkrechtem itt dar.

Das Getreide ergiesst sich in eine flache mit einer mittleren grossen und zahlreichen kleineren Öffnungen versehenen Schale. Solche Körner, welche durch die kleineren Öffnungen fallen (gegen das Durchfallen der grösseren Öffnung schützt ein Rand), gelangen in einen unteren Raum, aus welchem sie gelegentlich entfernt werden; es handelt sich um Sand und sonstige feinkörnige Verunreinigungen. In diese Schale taucht nun das Ende einer Röhre, aus welcher weiter oben die Luft gesaugt wird. Die durch die Schale nachströmende Luft reisst die Körner mit sich bis in einen grösseren oben befindlichen Raum, woselbst sie sich von dem Luftstrom abscheiden, teils weil die Bewegungsrichtung plötzlich abgelenkt wird, teils weil infolge der Querschnittserweiterung die Luftgeschwindigkeit nicht mehr in der Lage ist, die Körner weiter zu führen; sie fallen in einen mit nachgiebiger Bodenklappe versehenen Schacht und entweichen aus diesem selbstthätig, wenn sie hoch genug aufgeschichtet sind, um sowohl den Widerstand der Klappe als auch denjenigen der Luft überwinden zu können. Die Luft entweicht durch einen Röhrenstutzen zu dem Saugwerk.

Behufs Berechnung einer derartigen Einrichtung ist folgendes zu beachten.

Es sei G die sekundlich bewegte Luftmenge, Q die Menge des Fördergutes in *kg*, γ_1 das Einheitsgewicht der Luft, γ_2 dasjenige des Fördergutes, h die Förderhöhe in *m* (von der Schale bis zum Ende der nach unten gebogenen Röhre, Fig. 628, gemessen), v_1 und v_2 die sekundl. Geschwindigkeit der Luft bezw. des Fördergutes in *m*, δ die durchschnittliche Dicke eines geförderten Kornes in *cm*.

Alsdann ist der Druck, welchen eines der Körner von dem Luftstrom erfährt, wenn man bedenkt, dass dasselbe nicht einer Kugel gleicht, aber doch ziemlich rundliche Flächen besitzt, und wenn man mit δ denjenigen Durchmesser bezeichnet, welcher einer berechneten Kugel gleichen Einheitsgewichtes und gleichem Inhalt angehört, zu:

$$0{,}0052 \,.\, (v_1 - v_2)^2 \,.\, \delta^2 \text{ in } gr \text{ zu schätzen.}$$

Das Gewicht des Kornes, als dasjenige der berechneten Kugel, ist:

$$0{,}52 \,.\, \delta^3 \gamma_2 .$$

Dasselbe darf mindestens nicht grösser sein als jener Widerstand, wenn es von dem Luftstrom getragen werden soll, sonach:

$$0{,}0052\,(v_1 - v_2)^2\,\delta^2 \geq 0{,}52\,\delta^3\,\gamma_2$$

$$v_1 \geq 10\sqrt{\delta \,.\, \gamma_2} + v_2 .$$

Es wurden 235 Weizenkörner gewogen; die kleinsten wogen etwa 11 *gr*, die grössten etwa 48 *gr*; das Einheitsgewicht ergab sich zu $\gamma_2 = 1{,}28$. Sollen auch die grössten Körner dieses Gemenges gehoben werden, so muss die Dicke δ derselben, welche sich zu 0,415 *cm* berechnet, eingesetzt werden, d. h. es muss

$$v_1 \geq 7{,}3\, m + v_2 .$$

Für das Heben der Weizenkörner ist sonach

$$v_1 = 10\, m$$

völlig ausreichend; die Körner werden bei solcher Luftgeschwindigkeit durchschnittlich etwa $v_2 = 3\, m$ eigene Geschwindigkeit haben.

Der Querschnitt der Röhre bestimmt sich nach dem sekundlichen Raumerfordernis der Luft und des Fördergutes. Das erstere ist $\frac{G}{\gamma_1}$, das andere $\frac{Q}{\gamma_2}$ in *cbdcm* oder Liter, sonach sind die zugehörigen Querschnitte

$$\frac{G}{\gamma_1} \,.\, \frac{1}{10\, v_1} \text{ bezw. } \frac{Q}{\gamma_2} \,.\, \frac{1}{10\, v_2} \text{ in } qdcm$$

und wenn d die Röhrenweite in *cm* ausdrückt

$$\frac{d^2 . \pi}{4} \,.\, \frac{1}{100} = \frac{G}{\gamma_1} \,.\, \frac{1}{10 \,.\, v_1} + \frac{Q}{\gamma_2} \,.\, \frac{1}{10\, v_2}, \text{ d. i.}$$

$$d = 20\sqrt{\frac{1}{\pi}\left\{\frac{G}{10 \,.\, \gamma_1 \,.\, v_1} + \frac{Q}{10 \,.\, \gamma_2 \,.\, v_2}\right\}}$$

n und bewegt dabei letztere geschickt so, dass
Stellen der zu bestreuenden Fläche nieder-
man die Hand und schleudert den an-
die Flüssigkeit in möglichst kleinen
läche sich verteilt, oder bläst zu
Flüssigkeit gegen die Fläche.
abe gelöst, wenn die Körner
hon beim Verlassen des
se auf einen grösseren
getauchte Bürste
n den Borsten-
er feinen Tropfen
eren Öffnungen die

die Teilflächen der Sand-
Wasser durch eine Brause,

t das Ausbreiten, wenn das
mit Luft oder einem anderen
nd so fein
wird.
derjenige der
rch die Maschen
ie Körnchen nach
Bewegung des Beu-
lbar (durch Bewegen
umgebenden Luft statt.
keiten mit Luft bewirkt
düsen, indem ein Luft-
augt, in oder vor der Düse
das entstandene Gemenge nun
eges der betreffenden Fläche
ter Weise wird der Zweck bei
Netzen der Pflanzenblätter u. s. w.
Luftstrahl winkelrecht zur Düsen-
Flüssigkeit ansaugenden Röhre ge-
lkommener, wenn der Luftstrahl mit
ng zusammenfällt[2]). Die Zerstreuung
ttels solcher Luftstrahldüsen nicht so
mittels der Körting'schen Streu-
29 ist ein Schnitt derselben. In die
e ist eine Schraube gelegt, welcher
mende Flüssigkeit zu raschem Kreisen
der Strahl vor der Düse zerschleudert
emenge an den beabsichtigten Ort zu
n. gleichachsig mit der Düse, vor diese eine entsprechend weite



Fig. 629.

Anfeuchtvorrichtung für Papier und Gewebe: D. p. J. 1881,

ung zum Zerstäuben flüssiger Zurichtmasse: D. p. J. 1879, 233

Das Ausschütten erfordert bei vorliegender Anordnung nun, dass dieser Widerstand von der im oberen Kasten bezw. der an ihm hängenden Röhre sich allmählich sammelnden Weizenkörnersäule überwunden wird. Die Höhe derselben muss, da das Einheitsgewicht geschütteten und gerüttelten Weizens etwa 0,8 beträgt, grösser sein als $\frac{25,7}{0,8}$ oder 32 *mm*.

Das in die allgemeine Rechnung eingeflochtene Beispiel ist insofern nicht genau verfolgt, als das Einheitsgewicht der Luft für die Lufttemperatur 0° und die Spannung derselben zu 760 *mm* Quecksilbersäule angenommen worden ist. Für hohe Temperaturen und grossen *W* würden diese Umstände berücksichtigt werden müssen.

Ausser für Getreide[1]) wird die Förderung mittels eines Luftstromes vielfach angewendet für Holzspäne, Staub u. s. w.; ihre Anlage bleibt einfach, selbst wenn der Förderweg wegen örtlicher Verhältnisse mehrfach seine Richtung ändern muss und wenn mehrere Schöpfstellen mit einer einzigen Auswurfsstelle zu verbinden sind.

Wasser ist wegen seines grösseren Einheitsgewichtes geeigneter als Luft zur gleichartigen Förderung schwerer Körpersammlungen. Es sind aber nur geringe Saughöhen zu überwinden, weshalb das mit dem Wasser gemischte Fördergut vielfach (durch Schleuderpumpe) durch Druck gehoben wird[2]). Sowohl das Wasser wie die Luft dienen in gleichem Sinne sehr häufig zum Fortbewegen des Arbeitsgutes innerhalb der Arbeitsmaschinen.

4. Ordnen.

A. Ausbreiten der Flüssigkeiten und Körpersammlungen.

Das vorliegende Ausbreiten hat den Zweck, eine Flüssigkeit oder eine Körpersammlung in möglichster Gleichartigkeit über eine Fläche zu verteilen.

Es wird bewirkt durch unmittelbares Zuteilen der Stoffmengen an die einzelnen Punkte der Fläche, durch Eintauchen in den Stoff bezw. Begiessen mittels desselben, durch Zerstäuben bezw. Zerstreuen, Vertreiben bezw. Aufstreichen des Stoffes und Übertragen desselben durch Druck.

a. Das Ausbreiten mittels unmittelbaren Zuteilens bezw. Zumessens der auf jedes Flächenteilchen entfallenden Menge, wie es z. B. bei dem Säen allgemein angewendet wird, beruht in dem Grade auf dem Zuteilen, dass es sich durch dieses erledigt (vergl. w. u.).

b. Das Ausbreiten mittels Zerstreuens bezw. Zerstäubens erfolgt vielfach mit der unbewaffneten Hand. Körner lässt man in dünnem

[1]) D. p. J. 1878, 229, 132 m. Abb.
Prakt. Masch.-Constr. 1880, S. 403 m. Abb.; Uhland's techn. Rundschau 1888, S. 63 m. Abb.

[2]) Z. d. V. d. I. 1886, S. 1097 m. Abb. und reichem Quellennachweis.

rom der Hand entgleiten und bewegt dabei letztere geschickt so, dass Körner an verschiedenen Stellen der zu bestreuenden Fläche niederlen. In Flüssigkeiten taucht man die Hand und schleudert den anftenden Teil derselben ab, so dass die Flüssigkeit in möglichst kleinen opfen über die in Rede stehende Fläche sich verteilt, oder bläst zu eichen Zweck in den Mund genommene Flüssigkeit gegen die Fläche.

Vollkommener wird die vorliegende Aufgabe gelöst, wenn die Körner zw. Körnchen wie die Flüssigkeitströpfchen schon beim Verlassen des euenden Werkzeugs in möglichst regelmässiger Weise auf einen grösseren erschnitt verteilt sind. Eine in die Flüssigkeit getauchte Bürste hleudert bei geeigneter Bewegung die aufgenommene an den Borstenden sich sammelnde Flüssigkeit in mehr oder weniger feinen Tropfen . Ähnlich wirkt eine siebartige Fläche, durch deren Öffnungen die üssigkeit oder die Körnchen treten müssen.

In diesem Sinne siebt man trocknen Sand auf die Teilflächen der Sandssformen, auch wohl auf die Modelle, verteilt das Wasser durch eine Brause, n Dampf durch ein Sieb[1]) u. s. w.

Für manche Fälle vorteilhafter gelingt das Ausbreiten, wenn das verteilende, zunächst durch Mischen mit Luft oder einem anderen eigneten Gase in Staub verwandelt und so fein rteilt der betr. Fläche zugetragen wird.



Fig. 629.

Der Puderbeutel des Formers wie derjenige der h putzenden Dame sind Siebe; durch die Maschen s betreffenden Gewebes treten die Körnchen nach ssen und durch entsprechende Bewegung des Beuls findet unmittelbar wie mittelbar (durch Bewegen r Luft) die Mischung mit der umgebenden Luft statt.

Die Mischung der Flüssigkeiten mit Luft bewirkt an häufig in Luftstrahldüsen, indem ein Luftahl die Flüssigkeit ansaugt, in oder vor der Düse h mit ihr mischt und das entstandene Gemenge nun Verfolgung seines Weges der betreffenden Fläche strömt. In einfachster Weise wird der Zweck bei n Zerstäubern zum Netzen der Pflanzenblätter u. s. w. reicht, indem ein Luftstrahl winkelrecht zur Düsenhtung der die Flüssigkeit ansaugenden Röhre geasen wird, vollkommener, wenn der Luftstrahl mit r Düsenrichtung zusammenfällt[2]). Die Zerstreuung lingt aber mittels solcher Luftstrahldüsen nicht so llständig, wie mittels der Körting'schen Streuisen. Fig. 629 ist ein Schnitt derselben. In die gentliche Düse ist eine Schraube gelegt, welcher hindurchströmende Flüssigkeit zu raschem Kreisen ingt, so dass der Strahl vor der Düse zerschleudert rd. Um das Gemenge an den beabsichtigten Ort zu ingen, legt man, gleichachsig mit der Düse, vor diese eine entsprechend weite hre.

---

[1]) Harris Anfeuchtvorrichtung für Papier und Gewebe: D. p. J. 1881, 0, 26 m. Abb.

[2]) Vorrichtung zum Zerstäuben flüssiger Zurichtmasse: D. p. J. 1879, 233 5 m. Abb.

Verdampfbare Stoffe sind durch Niederschlagen auf der entsprechend kalten Fläche in dünner Schicht auszubreiten. Das findet mit dem Wasser, mit Pech (behufs Pichens der Fässer) u. s. w. statt.

Eine Streueinrichtung für trockne Sammelkörper stellt Fig. 630 dar. Das zu zerstreuende fällt aus der Gosse *a* gegen den Keil *b*, welcher bei richtiger Stellung den Strom in zwei gleiche Teile zerlegt. Die von *b* ablaufenden Ströme werden durch die Keilreihe *c* zerlegt u. s. f. Bedingung für das Gelingen dieses Streuens ist die genau gleichartige Lage der Keile; die Streueinrichtung ist deshalb nur da mit Erfolg zu benutzen, wo eine zufällige Änderung dieser Lage nicht vorkommt. Die Regelung des Streuens erfolgt durch Neigungsänderung der Fläche, in welcher die Keile *b*, *c* u. s. w. liegen.[1])

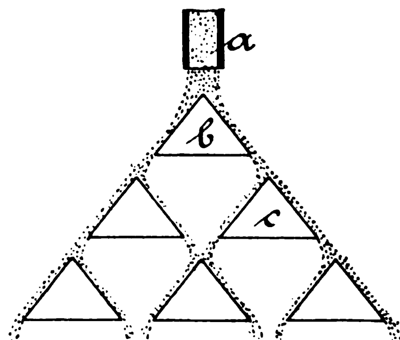


Fig. 630.

Die angeführten Ausbreitungsverfahren sind, wie bereits angeführt wurde, nicht in gleichem Grade geeignet zu gleichförmiger Arbeit; aber keins derselben breitet völlig gleichförmig aus. Zur Begleichung der Unregelmässigkeit wiederholt man das Ausbreiten mehrere Male, entweder indem man nach einmaliger Behandlung der ganzen Fläche eine zweite und, nach Umständen, eine dritte u. s. w. folgen lässt oder, und das bildet bei Anwendung hierher gehöriger Maschinen die Regel, indem man die betr. Fläche gegensätzlich zur Ausbreitvorrichtung gleichmässig bewegt, so dass jede Stelle derselben von den kräftigeren wie den schwächeren Stellen des die auszubreitenden Stoffe heranführenden Stromes getroffen wird.

Es möge an dieser Stelle bemerkt werden, dass der Gedanke, welcher diesem Begleichungsverfahren zu Grunde liegt, vielfach auch für andere Zwecke verwertet wird. Dahin gehört das wiederholte Anstreichen, das Doppeln der Faserbänder, das Gärben des Schweisseisens u. s. w. Indem man zwei oder mehrere Faserbänder nebeneinander legt und zu einem vereinigt, nimmt man an, dass ein Zusammentreffen der dünnen wie der dicken Stellen der einzelnen Bänder unwahrscheinlich, dagegen wahrscheinlich ist, dass neben eine besonders dicke Stelle des einen Bandes eine mässig dicke des anderen u. s. f. zu liegen kommt, so dass die Ungleichförmigkeit des neuen Bandes geringer wird, als diejenige der Einzelbänder war. Wird nun das neue Band durch Strecken verdünnt und mit ebenso behandelten Bändern in derselben Weise gedoppelt, so mindert sich die Ungleichförmigkeit abermals u. s. w.

c. Begiesst man eine Fläche mit einer Flüssigkeit, welche jene netzt, und lässt abtropfen, so bleibt eine dünne, sehr gleichmässige Schicht haften; nur an dem Rande, von welchem man die Tropfen abfallen liess,

---

[1]) Perels landwirtsch. Maschinen, 2. Aufl., Jena 1880, Bd. 2, S. 41 m. Schaubild.

an welchem sie sich also bildeten, ist die Schicht dicker. Soll die ganze Oberfläche des Gegenstandes mit einer gleichförmigen Schicht der betreffenden Flüssigkeit überzogen werden, so bewirkt man das Ausbreiten durch Eintauchen oder Hindurchziehen und nachträgliches Abtropfenlassen oder Abstreifen des Überflusses.

Nach diesem Verfahren überzieht man Papier mit Farbe, irdene wie porzellanene Gegenstände mit der später einzubrennenden Glasmasse, Metalle mit Zinn oder Zink, mit Asphalt- oder anderem Lack, Seile und Dachpappe mit einer Mischung von Asphalt und Teer u. s. w. Voraussetzung für das Gelingen des Vorganges ist, wie bereits angedeutet, das Netzen der betreff. Flächen seitens der flüssigen bezw. flüssig gemachten Stoffe. Wenn an sich die genügende Verwandtschaft vorliegt, so ist ausserdem auch die Beseitigung etwaiger das Netzen erschwerender Ablagerungen zu sehen. Es muss deshalb in vielen Fällen dem Eintauchen u. s. w. eine sorgfältige Reinigung vorausgehen und ferner die Beseitigung der atmosphärischen Schicht bewirkt werden (S. 144). Letzteres wird erzielt bezw. gefördert durch vorheriges Erwärmen, auch wohl Nassmachen, längere Dauer des Eintauchens und Vertreiben der anhaftenden Schicht mittels Bürste, Pinsel oder dergl.

Letzteres Ergänzungsverfahren führt hinüber zum:

d. Ausbreiten mittels Vertreibens bezw. Aufstreichens. Auf einer Fläche *a*, Fig. 631, liege ein Haufen *b* des auszubreitenden Stoffes. Das Werkzeug *w*, welches in der Pfeilrichtung verschoben wird, lässt zwischen seinem unteren Rande und der Fläche *a* einen Spalt frei und gestattet demnach einer Schicht des Stoffes, auf *a* liegen zu bleiben. Voraussetzung für das Gelingen dieses Vorganges ist, dass die Korngrösse des auszubreitenden Stoffes geringer ist als die Weite des unter *b* freibleibenden Spaltes.



Fig. 631.

Wenn statt des geschlossenen Werkzeugs, wie Fig. 631 darstellt, eine Zahl Finger *w* (Fig. 632) zum Fortschieben des auszubreitenden Stoffes *b* benutzt werden, vielleicht so, dass die Spitzen der Finger die Fläche *a*



Fig. 632.

berühren, so bleibt nur dasjenige von dem Stoff *b* liegen, was die zwischen den Fingern freibleibenden Spalten gewissermassen durchfliesst. Die Finger lassen Furchen zurück, welche je nach dem Böschungswinkel des

auszubreitenden Stoffes bezw. seines Fliessungsvermögens allmählich flacher werden, aber nur bei sehr dünnflüssigen Stoffen völlig verschwinden.

Bei beiden Vorgängen, dem durch Fig. 631 wie dem durch Fig. 632 versinnlichten, spielt das Haften des auszubreitenden Stoffes an der Fläche *a* eine grosse Rolle. Ist der innere Zusammenhang des Stoffes grösser als sein Haftungsvermögen gegenüber der Fläche *a*, so gelingt das Ausbreiten gar nicht oder doch nur in sehr unvollkommener Weise. Der Versuch, Quecksilber auf den vorstehend beschriebenen Wegen über eine Papierfläche auszubreiten, liefert einen vollgültigen Beweis für die Richtigkeit der angeführten Thatsache. Der Zusammenhang des auszubreitenden Stoffes soll höchstens dem Haftungsvermögen an der zu überziehenden Fläche gleich sein. Ist er kleiner, so fördert das den Vorgang in hohem Masse, z. B. in dem Grade, dass eine dünne Schicht auf *a* liegen bleibt, selbst wenn der untere Rand der Fläche *w*, Fig. 631, ganz nahe über *a* hinweggeschoben wird.

Das Haften des Stoffes *b* an der Fläche *a* wird nun häufig durch das Vorhandensein einer auf *a* lagernden Schicht geschwächt oder verhindert. Ist alsdann die Verwandtschaft zwischen *b* und *a* grösser als zwischen der Fläche *a* und der genannten Schicht, so gelingt die Verdrängung der letzteren durch Verschieben, sei es unmittelbar mittels der Kante oder der Spitzen von *w* oder mittelbar durch den Stoff *b*, welcher von *w* fortgeschoben wird. Der Stoff *b* tritt an jeder Stelle der Fläche *a*, welche durch diesen Vorgang nackt geworden ist, mit dieser in Verbindung.

Fichtenharz (Kolophonium) hat eine geringere Verwandtschaft zum Eisen als flüssiges Zinn. Letzteres mit Hilfe eines Lötkolbens auf die mit Fichtenharz bedeckte Eisenfläche gebracht, verdrängt das Harz und tritt an seine Stelle. Öl haftet fester an Metall als Wasser. Streicht man, vielleicht mittels des Fingers, Öl auf eine mit Wasser genetzte Metallfläche, so nimmt ersteres bald die Stelle des letzteren ein. Des Verhaltens der auf der Oberfläche fester Körper lagernden Luftschicht ist bereits wiederholt gedacht.

Die Eigenschaft der schiebend wirkenden Werkzeuge *w*, die Verdrängung solcher dem Haften hinderlichen Schichten zu fördern, lässt das Ausbreiten mittels derselhen in vielen Fällen demjenigen durch Eintauchen u. s. w. vorziehen, obgleich bei letzteren jene Verdrängung auch gelingt, wenn man dem Vorgange die nötige, lange Zeit gewährt.

Als Anwendungen der geschlossenen Fläche mögen die folgenden angeführt werden.

Der Spachtel ist ein plattes, meistens aus Holz gefertigtes Werkzeug mit gerader Kante, welches freihändig geführt und damit der auszubreitende Stoff verteilt wird. Man bewegt ihn, wenn die Entfernung der Luftschicht — sie tritt am allgemeinsten auf — nicht sofort gelingt, wiederholt über dieselbe Stelle und sucht auf gleichem Wege die Gleichmässigkeit der erzeugten Schicht zu vervollständigen.

Ihm verwandt ist die Schiene; sie ist nichts anderes wie ein Spachtel mit sehr langer Kante. Gemeiniglich wird die Schiene festgemacht und die zu überziehende Fläche unter ihr hinweggezogen. Das schliesst die wiederholte Behandlung aus, weshalb mittels der Schiene nur solche Stoffe tadellos auszubreiten sind, welche eine grosse Verwandtschaft zu der zu überziehenden Fläche haben, grosse Klebkraft besitzen, oder sehr dünnflüssig sind; auch zu

die Luft durch die zu überziehende Fläche entweichen können, oder die störende Schicht vorher beseitigt werden.[1])

Es gehört hierher auch das Überziehen einer Walze mittels Farbe. Die langsam kreisende Walze bildet eine Seitenwand eines Kastens oder Troges, Fig. 633; unter der Walze befindet sich ein einstellbares Messer, welches die Schiene vertritt. Ein um die Walze gelegtes Band lässt sich ebenso überziehen; ist der auszubreitende Stoff sehr dünnflüssig, so lässt man die Walze in den Trog ragen und durch das höher belegene Messer das im Überfluss Anhaftende abstreifen[2]).


Fig. 633.

Strengflüssige oder breiige Stoffe werden wohl durch besondere Mittel, z. B. durch ein Walzenpaar[3]), oder auch mittels der Hand der zu überziehenden Fläche entgegengedrückt.

Das Ausbreiten mittels einer Bürste entspricht dem, durch Fig. 632 versinnlichten Vorgange. Es erfolgt die Beseitigung der Luftschicht durch Abstreifen mittels der Bürstenspitzen, und durch die Wirkung der Verwandtschaft des zu verteilenden Stoffes zur Werkstückfläche. Da zahlreiche Borsten in hintereinander sich anreihenden Schichten vorhanden sind, so ist die Wirkung eine gute. Trotzdem wird die Bürste wiederholt angewendet, teils um die letzten Reste der Luftschicht zu beseitigen, teils um die Furchen des Überzuges flacher zu machen bezw. fast zu verwischen.

Man benutzt zunächst eine mit steifen Borsten oder geeigneten Fasern ausgerüstete Auftragbürste und lässt dieser weichere Vertreibbürsten folgen, welche teils winkelrecht zur Bewegungsrichtung der Auftragbürste, teils in Bogenlinien verschoben werden.[4])

Die Auftragbürste dient hierbei gleichzeitig als Gefäss für den mehr oder weniger flüssigen Stoff, regelt die Dicke der aufzutragenden Schicht dadurch, dass in der Zeiteinheit nur eine gewisse Menge des Stoffes den Bürstenspitzen zufliesst, mehr aber nicht zur Ausbreitung kommen kann. Je grösser die gegensätzliche Geschwindigkeit der Bürste und zu überziehenden Fläche ist, desto dünner wird die entstehende Schicht. Statt der Bürste wird die besondere Art derselben: der Pinsel verwendet, wenn es sich um das Überziehen kleinerer oder verschiedenartig gestalteter Flächen handelt.

Mit dem Pinsel nahe verwandt ist der Schwamm der Polierballen und mehrere andere Werkzeuge. Auch sie bilden gleichzeitig die Behälter für die auszubreitende Flüssigkeit und das Werkzeug zum Verschieben, bezw. Verteilen über die zu behandelnde Fläche. Während jedoch der Pinsel, wie bemerkt, Furchen in der ausgebreiteten Schicht hinterlässt, erscheint die mittels Polierballen erzeugte völlig glatt. Die Fäden des Leinengewebes, welches den aus Wollstoff gebildeten, zum Aufsaugen der weingeistigen Schellacklösung dienenden eigentlichen Ballen

[1]) Zeitschr. d. Gewerbfleissvereins 1858, S. 30 m. Abb.
[2]) Exner, Tapeten u. s. w. Industrie, Weimar 1869, S. 270 m. Abb.
[3]) D. p. J. 1885, 255, 70 m. Abb.
[4]) Exner, Tapeten u. s. w. Industrie, Weimar 1869, S. 259 m. Abb.

umschliesst und mit dem Werkstück in Berührung treten, schmiegen sich so genau dem Werkstück an, dass nur eine sehr dünne, gleichmässige Schicht vermöge des Haftens auf der bearbeiteten Fläche liegen bleibt.

Man versieht zuweilen Pinsel[1]) wie Polierballen[2]) mit besonderen Gefässen, welche einen grösseren Vorrat der Flüssigkeit aufzunehmen vermögen, so dass das lästige Füllen seltener nötig wird.

e. Wenn man mittels der unter d. angeführten Werkzeuge eine Fläche bis zu ihren Rändern gleichmässig überziehen will, so lässt sich ein Überschreiten dieser Ränder nicht gut vermeiden. Handelt es sich um einen dünnen Gegenstand, z. B. Papier, welches man auf eine ebene Fläche stützen muss, so ist die Beschmutzung dieser Fläche, soweit sie ausserhalb der Papierränder liegt, kaum zu vermeiden, und eine solche Beschmutzung hat viel Lästiges im Gefolge. Man streicht deshalb z. B. Kleister auf die feste Fläche und drückt das Papier — welches meistens vorher ein wenig angefeuchtet wird — gegen den Anstrich, um es sofort, mit der gewünschten Kleisterschicht versehen, abzuziehen. Die aufgestrichene Kleisterschicht zerlegt sich bei dem Abheben des Papieres in zwei Teile: einen, welcher am Papier und einen, welcher an der bestrichenen Fläche haftet. Je nach dem Verwandtschaftsgrade reisst ersteres oder letztere eine dickere Schicht an sich.

Dieses Verfahren, welches allgemein Drucken genannt wird, dient zwar nicht unmittelbar zum Ausbreiten, setzt vielmehr die stattgehabte Verteilung des betreffenden flüssigen Stoffes voraus. Es ist aber sehr geeignet, die Ausbreitung zu vervollständigen und sie bestimmt zu begrenzen. Über letzteres wird weiter unten noch die Rede sein; ersteres soll an dieser Stelle näher besprochen werden.

Wegen des Zerlegens der ursprünglichen wird die durch Drucken erzeugte Schicht dünner als erstere. Das ist für manche Zwecke von Wert.

Haftet der auszubreitende Stoffe an beiden in Frage kommenden Flächen in gleichem Grade, so wird insbesondere jede der Schichten gleich dick.

Es sei die auf irgend einem Wege herbeigeführte erste Ausbreitung unregelmässig, die Schicht an einigen Stellen dicker, an anderen dünner, so wird durch das Aufdrücken und Abziehen einer der ersten gleichartigen Fläche die Unregelmässigkeit auf diese in gleichem Grade übertragen. Dreht man nun diese in ihrer Ebene um vielleicht 180° und drückt wiederholt gegen die erste Fläche, so werden voraussichtlich die dicken Ablagerungen der einen nicht mit gleichen der anderen Fläche zusammentreffen, oder die besonders dünnen der einen, nicht gerade den ebenso dünnen der anderen sich anschmiegen, d. h. die zwischen beiden Flächen liegende Schicht ist gleichartiger als die erste, und die, nach dem Abziehen der einen Fläche von der anderen entstehenden Schichtenhälften enthalten geringere Dickenverschiedenheiten als früher. Durch Wiederholung des angegebenen Verfahrens ist offenbar die Beseitigung der Unregelmässigkeiten in jedem beliebigen Grade möglich.

[1]) D. p. J. 1874, **213**, 390 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1880, **237**, 273 m. Abb.

In dem Obigem ist nur der Grundgedanke, nach welchem die Begleichung r auf früher angegebenem Wege erzeugten Schicht zu erreichen ist, ausprochen. Es mag die Verkörperung an einigen Beispielen gezeigt werden.

Der Drucker streicht zunächst die Schwärze auf eine ebene feste Fläche d fährt sodann mit einer in ihrer Oberfläche etwas nachgiebigen Walze über n Anstrich, wobei ein Teil des Anstriches auf die Walzenfläche übertragen ird. War nun die Schicht auf dem Anfange des Walzenweges dicker als später, bewirkt die Walze (Vertreibwalze) schon auf dem Hinwege eine gewisse gleichung; war das Gegenteil der Fall, so erfolgte letztere auf dem Rückege. Mehrfaches Hin- und Herrollen steigert die Gleichartigkeit in der Rollhtung. Sie wird auch winkelrecht zu dieser erreicht, wenn man nunmehr e beschriebene Bearbeitung in dieser neuen Richtung durchführt.

Ebenso wie hier eine Walze gegen eine ebene Fläche wirkt, können zwei alzen zusammen arbeiten; sie vermögen allerdings zunächst nur in ihrer Drehhtung eine Begleichung der Schichtendicke herbeizuführen. Fügt man jedoch ne gegensätzliche Verschiebung in der Achsenrichtung hinzu, so gewinnt man, lerdings langsamer, auch die Begleichung in letztgenannter Richtung.

Seit dem Jahre 1867 sind in Europa Schnellpressen, d. i. Druckaschinen, von Amerika aus eingeführt, welche den w. o. ausgesprochenen danken des Begleichens oder Vertreibens (fälschlich auch Verreiben genannt) vollkommener Weise gerecht werden. Es wird eine Walze *w*, Fig. 634, welche rch Rollen an einer anderen Walze, nach Umständen unter Vermittlung ehrerer derselben, und der durch Fig. 633 (S. 615) dargestellten Vorrichtung it einem Farbenüberzug versehen war, er den ebenen Teller *t* hin- und zurückrollt, oder der Teller gegenüber der tgelagerten Walze *w* hin und her begt. Während die Walze nicht mit m Teller in Berührung ist, dreht sich zterer mit seiner gutgelagerten Welle 1 einen gewissen Winkel, so dass das gensätzliche Überrollen und der dat verbundene Austausch der Farbenhichtdicke in zahlreichen Richtungen ttfindet, eine weitgehende Gleichartigit erzielt wird.

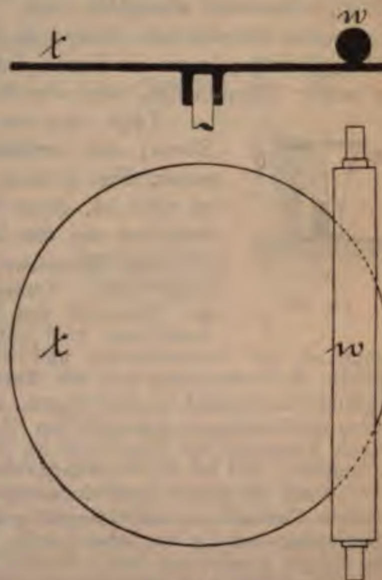


Fig. 634.

Das Drucken in seinem allgeeinen Sinne findet neuerdings meiens durch Walzen statt, weil solche etiges Arbeiten erlauben.

So feuchtet man Papier und Geebe mittels feuchter Walzen[1]), welche e Stücke gleichzeitig fortbewegen u. s. w.

f. Bisher war von einer bestimmn Begrenzung der auszubreitenden hicht, soweit nicht die Ränder der treffenden Flächen solche stellten, cht die Rede.

Innerhalb dieser Ränder lassen ch bestimmt begrenzte dünne Schichten mittels sämtlicher hier erörterter usbreitverfahren erzeugen.

Es soll bereits im 6. Jahrhundert der Gebrauch der Patronen, d. i. nner Platten (Papier, Metallblech oder dergl.), welche so durchlöchert

[1]) D. p. J. 1879, **233**, 89 m. Abb.

sind, dass die betreffenden Flächenteile frei bleiben, bekannt gewesen sein. Indem man nun die zu überziehende Fläche mit der Patrone oder Lehre bedeckt und durch Streuen, oder mittels Bürste bezw. Pinsels an den durchbrochenen Stellen der Lehre die zu überziehende Fläche behandelt, gewinnt man dementsprechend begrenzte Schichten. Behufs Sicherung der die Durchbrechungen begrenzenden Ränder zwischen diese gelegten Stege bedecken natürlich ebenfalls die untere Fläche und bringen hierdurch Unterbrechungen der Zeichnung hervor, die nach Umständen nachträglich freihändig beseitigt werden. Auch das unter c. aufgeführte Verfahren ist geeignet zur Erzeugung begrenzter Flächenüberzüge, bezw. figürlicher Darstellungen, indem man die Stellen, welche nicht durch den Überzug bedeckt werden sollen, mittels einer Lehre, Bewickeln durch Bänder oder dergl. vor dem Benetztwerden durch die im übrigen auszubreitende Flüssigkeit schützt.

Am freiesten erzeugt man bestimmt begrenzte Flächenüberzüge mittels Werkzeuge, welche den unter d. aufgeführten Arbeitsvorgängen angepasst sind. Der Spachtel, wie der Pinsel erzeugen einen streifenförmigen Überzug, dessen Breite die zugehörige Abmessung des Werkzeugs nicht überschreitet, wenn man Spachtel wie Pinsel so zum Tragen des Flüssigkeitsvorrat einrichtet bezw. benutzt, dass nur die zur Zeit zum Ausbreiten erforderliche Menge derselben zu der zu überziehenden Fläche gelangt. Indem man die Kante des Spachtels in verschiedene Neigungen zu seiner Bahn bringt, wird die Breite des Streifens verschieden.

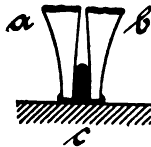


Fig. 635.

Legt man zwei schmale Spachtel *a* und *b* in eine Ebene, mit zwischen ihnen bleibenden Spalt nebeneinander, Fig. 635, so erzielt man, solange der Spalt nicht zu weit ist, einen Strich von der Breite beider Spachtel, vermehrt um die Weite des Spaltes.

Zur Erläuterung des betr. Vorganges sei auf folgendes hingewiesen. Vermöge der sogen. Haarröhrchenkraft füllt die Flüssigkeit den Spalt auf eine gewisse Höhe aus. Diese Ausfüllung wird mit bezw. von den sie begrenzenden Werkzeugteilen mit fortgeschoben und ist bis zu einer gewissen Spaltweite imstande, in Verbindung mit der Verwandtschaft zur Fläche *c* die auf dieser lagernde Luftschicht zu verdrängen, was kräftiger links und rechts vom Spalt durch die keilförmig zugeschärften Ränder der Werkzeugteile *a* und *b* geschieht. Durch Änderung der Spaltweite ist daher die Breite des entstehenden Strichs zu ändern. Das ist die Wirkungsweise der Schreibfeder[1]).

Wenn die Haare des Pinsels zugespitzt sind, so vereinigen sie sich in genetztem Zustande zu einer Gesamtspitze, welche platt wird, sobald man die Pinselspitze auf die zu behandelnde Fläche drückt. So ist möglich, mittels des Pinsels verschieden breite Striche zu erzeugen.

Vergleicht man jedoch diese Striche mit denjenigen, welche mittels zwei keilförmig zugeschärfter Kanten nach Art der Fig. 635 oder mittels einer Kante des dem Spachtel ähnlichen Werkzeugs hervorgebracht sind, so findet man jene unbestimmter begrenzt als diese. Die Veranlassung hierfür liegt in folgendem.

Die Flüssigkeit muss ein ziemlich grosses Anziehungsvermögen zu der Fläche, auf welcher sie beschränkt ausgebreitet werden soll, besitzen. Vermöge

[1]) Vergl. Sitzungsber. d. Gewerbfleissver. 1887, S. 49 m. Abb.

essen würde sie sich links und rechts vom Wege des betreffenden Werkzeugs rgiessen, auslaufen, wenn die wiederholt erwähnte Luftschicht das nicht inderte.

Bringt man einen Tropfen Wasser auf eine trockne Fläche, so nimmt derelbe etwa den in Fig. 636 dargestellten Querschnitt an. Der von Natur kegelörmige Tropfen wird durch sein eigenes Gewicht platt gerückt, seine untere Fläche verdrängt aber die Luftschicht on der stützenden Fläche zunächst nur in mässigem rade, so dass die Zusammenhangskräfte des Tropfens n seinem Rande einen stark rundlichen Querschnitt des etzteren hervorbringen. Allmählich bewirkt die Schwerraft und die Anziehung der stützenden Fläche eine reitere Verdrängung der Luftschicht, bis der Widerstand der letzteren gegen reiteres Verdrängen und die Zusammenhangskräfte des Tropfens gemeinsam en Kräften, welche eine weitere Ausbreitung anstreben, die Wage zu halten ermögen. Wird durch die w. o. beschriebenen Mittel die Dicke der Schicht u gross gemacht, so findet das soeben beschriebene Auslaufen oder Ausliessen trotz vorhandener Luftschicht statt. Ist dagegen die ausgebreitete chicht genügend dünn, so bleibt sie innerhalb der ihr angewiesenen Grenzen, relche durch die Grenzen der Luftschicht gegeben sind. Letztere werden nun on den harten, geraden Kanten scharf ausgebildet, von den beweglichen Haaren es Pinsels aber nur unvollkommen.


Fig. 636.

Bei der Reissfeder, Fig. 637, deren beide Klingen etwa in der Beregungsebene liegen, also wenig geeignet sind, etwas vor sich her zu schieben, rird die Beseitigung der Luftschicht im weentlichen durch die zwischen den Klingen ängende Farbeschicht bewirkt; die Klingen ilden die Grenzen des Striches nur scharf aus.

Das Drucken eignet sich sehr gut ur Erzeugung bestimmt begrenzter Überüge, indem auf der Druckplatte oder)ruckwalze nur die zugehörigen Flächeneile mit Farbe überzogen werden und die bertragung auf die zu bedruckende Fläche odann in gewöhnlicher Weise stattfindet.


Fig. 637.

Die Farbenverteilung auf die Drucklüche wird auf folgenden Wegen erreicht:

Alle Flächenteile, welche nicht mit Farbe überzogen, nicht eingechwärzt werden sollen, werden beseitigt, indem man an ihrer Stelle ertiefungen anbringt, oder die zum Drucken bestimmten Flächenteile ber die anderen emporhebt. Tapeten- und viele Kattundruckforaen, der Schriftsatz der Buchdrucker, der Holzschnitt, Stahltich und die sogen. hochgeätzten Druckflächen entsprechen diesem erfahren. Indem man die Druckfläche mit der auf einer ebenen Fläche der einer Walze ausgebreiteten Farbe in Berührung bringt, wird nur ie mit Farbe überzogen, während das übrige frei bleibt.

Bei Senefelder's Steindruckverfahren (S. 560) und dessen Kindern aftet die Farbe nur an den Druckflächen, an den benachbarten Flächen, relche keine Farbe übertragen sollen, dagegen nicht.

Endlich ist möglich, die Druckflächen vertieft zu gestalten, das Ganze it Farbe zu überziehen, aber letztere dann von den erhabenen Flächen bzunehmen (abzuwischen oder zu putzen). Bei dem Aufdrucken der

Form tritt die Farbe mit der zu bedruckenden Fläche in Berührung, sie hat eine grössere Verwandtschaft zu dieser als zur Form und bleibt deshalb auf der bedruckten Fläche zurück (Kupferdruck).

Es gehört hierher noch das sogenannte Kopieren, richtiger Abklatschen. Dasselbe ist zunächst zum Abdrucken geschriebener Briefe verwendet worden; nach der Quelle[1]) wurde das Abklatschen schon James Watt patentiert. Man schreibt mit einer in Wasser löslichen Tinte, lässt die Schriftzüge mässig trocknen und legt ein nasses Papier auf dieselbe unter Anwendung einigen Druckes. So wird eine Teilung der Schriftzüge herbeigeführt, indem sie an das genässte Papier Farbe abgeben. Um die durch letztere entstehenden Schriftzüge lesbar zu machen, wählt man das Papier so dünn, dass dieselben auf der Rückseite deutlich erkannt werden können. Besonders für den vorliegenden Zweck hergerichtete Tinte gestattet eine grössere Zahl Abzüge, zu welchem Zweck, sowie um dickeres Papier benutzen zu können, die Schriftzüge zunächst auf eine Platte, die z. B. aus einer Leimmischung besteht, abgeklatscht und von dieser aus auf das andere Papier übertragen werden.

Endlich kann die Übertragung irgend welcher Linien auf folgendem Wege geschehen. Man legt auf die Fläche, auf welcher die Linien erzeugt werden sollen, ein Papier (oder dünnes Gewebe), welches mit fettiger Farbschicht (mit Talg vermischte Farbe) überzogen ist und fährt dann über den Rücken dieses Papieres mit einem spitzigen harten Stift. Unter den Bahnen des Stiftes wird eine so innige Berührung der Farbschicht und des unten liegenden Papieres herbeigeführt, dass die Linien völlig deutlich entstehen. Besteht der Stift aus (metallischem) Blei (vergl. g.), so erzeugt er unmittelbar und ferner durch die angegebene Übertragungsweise Linien, deren Verlauf gleich sein muss. Bei Verwendung entsprechend dünnen Papieres bezw. starken Druckes ist möglich mehrere Abdrücke auf einmal zu gewinnen.

Ähnliches erreicht man durch Aufdrücken bezw. Aufschlagen erhabener schmaler Flächen — die Schriftzeichen oder etwas anderes darstellen können — gegen das farbeabgebende Papier oder Gewebe, welches hierbei gegen das Papier gedrückt wird, welches mit den betreffenden Linien versehen werden soll.

g. Die weiter oben erwähnten Schreibwerkzeuge wie auch der Pinsel lassen flüssige Farbe seitens der sie berührenden, zu überziehenden Fläche abstreifen. In im wesentlichen gleicher Weise gelingt das Ausbreiten von den Werkzeugen abgeriebener Teile. Das entspricht dem Schreiben mit Kreide, Kohle, Bleistift, Seife u. s. w.[2])

B. Ordnen länglicher Sammelkörper, der Fasern und Haare.

a. Es liegt häufig die Aufgabe vor, solche längliche Sammelkörper, deren Enden verschieden gestaltet sind, so zu ordnen, dass die gleichartigen Enden nach derselben Seite gerichtet sind. Der Zweck wird

[1]) Geissler, Instrumente, Leipzig u. Zittau, 1796, Bd. 6, S. 103 m. Ab
[2]) Sitzungsber. d. Gewerbfleissver. 1887, S. 51 m. Abb.

rreicht durch Benutzung der zwischen den Enden stattfindenden Verchiedenheiten.

Man ordnet die Nähnadeln, indem man eine Zahl derselben in einer Reihe ebeneinander legt und diese mit einem Lineal dem Tischrande nähert; unter iesem ist ein Schubkasten ein wenig hervorgezogen. Sobald nun diejenigen Tadeln, die mit dem Ör voran sich bewegen, fast zur Hälfte über den Tischand hervorragen, kippen sie vermöge des grösseren Gewichts ihres dickeren Endes nach unten und fallen in den Kasten. Die liegengebliebenen Nadeln ichten ihre Spitzen nach vorn.

Für Nägel habe ich folgende Anordnung getroffen. Eine dem zum Sondern er Zündholzstäbchen dienenden Sieb (S. 486) ähnliche Einrichtung *a*, Fig. 638,

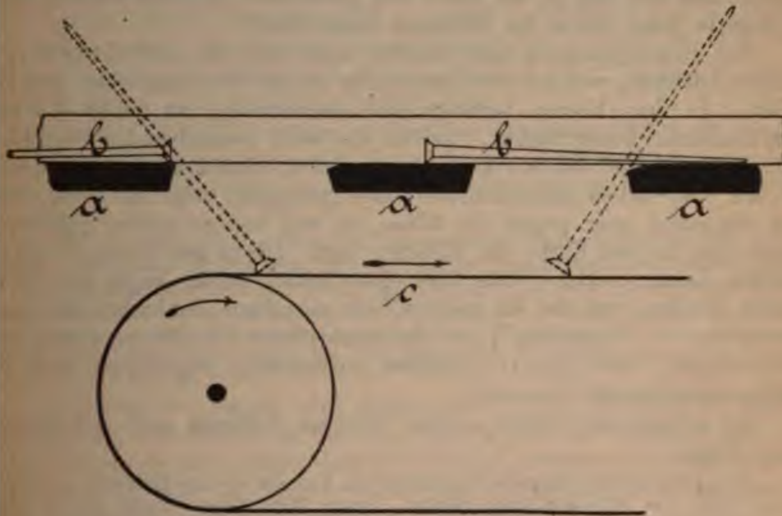


Fig. 638.

wird gleichlaufend zur Bildfläche gerüttelt, so dass die Nägel *b* ruckweise weiter schreiten. Geht der Kopf voran, so veranlasst derselbe das Niederkippen des Nagels, noch bevor derselbe die jenseits des Schlitzes befindliche Kante erreicht hat. Ein endloses Band *c* schafft ihn, mit dem Kopf voran, weiter. Liegt aber auf *a* der Nagel mit der Spitze voran, so schiebt sich diese über den soeben erwähnten Rand (um das zu erläutern, ist ein zweiter, thatsächlich nicht vorhandener Schlitz gezeichnet), so dass das Niederkippen des Nagels erfolgt, sobald er den ersten Rand verlässt; er wird dann durch das Band *c* weiter gekippt und bewegt sich hierauf ebenfalls mit dem Kopf voran fort.

Das Vorhandensein eines Kopfes an stabförmigen Gegenständen (Nägel, Holzschrauben u. s. w.) wird auch in folgender Weise zum Ordnen derselben benutzt. Sie werden in grösserer Menge in eine flache, kreisende Schale geworfen, in welcher eine zweizinkige lange Gabel sich so hin und her bewegt, dass die Spitzen der letzteren von der Mitte bis zum Rande der Schale jede einzelne Stelle treffen. Hierbei gelangen die Schäfte der zu ordnenden Gegenstände in den Spalt der Gabel, fallen aber später wieder heraus, wenn der Kopf nach unten gerichtet ist. Befindet sich aber der Kopf eines der Gegenstände über der Gabel, so wird derselbe, auf der mässig ansteigenden Gabel gleitend und von anderen Stücken gedrängt, allmählich über den Rand der Schale hin-

weggeschoben und gleitet von dort auf zwei abschüssigen Schienen in guter Ordnung weiter bis zu der Vorrichtung, welche dem Zuteilen (s. w. u.) dient.

Senkrecht mit der Zündmasse voran auf Förderbänder niederfallende Zündhölzchen werden durch letztere ebenfalls mit der Zündmasse voran fortbewegt und zwar, weil die Zündmasse zuerst mit den Förderbändern in Berührung tritt[1]).

Bei dem zuletzt erwähnten Beispiel ist die Verschiedenheit der Hölzchenenden nicht mehr thätig; es wird vielmehr lediglich die gleichartige Lage erhalten. Gleiches ist der Fall, wenn die im Tunkrahmen befindlichen Hölzchen erfasst und gleichartig abgelegt werden.[2])

b. Die Handarbeit benutzt für das Einlegen der Hölzchen zwischen die Lättchen der Tunkrahmen mit Kerben versehene Lättchen, über welche man mit den in der Hand lose gehaltenen Hölzchen hinwegfährt, so dass in jeder Kerbe ein Hölzchen liegen bleibt.

Bei Einlegemaschinen benutzt man auch ein mit Kerben versehenes Lättchen, welches den beweglichen Boden eines länglichen Kastens bildet. In dem Kasten befinden sich dachförmige, zu jenen Kerben gleichlaufende Lenkerflächen, welche die wild durcheinander liegenden Hölzchen, während letztere nach unten sinken, allmählich in eine zu den Kerben oder Rillen gleichlaufende Lage zwingen. Das Lättchen wird nun einigemal quer gegen die Rillen hin und her geschoben, gerüttelt, wobei sich in jede Kerbe ein Hölzchen legt. Die so geordneten Hölzchen werden alsdann mittels Stifte oder einen Draht, welche gegen eins ihrer Enden drücken, auf das der anderen Seite vorgelegte Tunkrahmenlättchen geschoben. O. Godamer[3]) hat die beschriebene Vorrichtung dahin vervollkommnet, dass platte Hölzchen gleichmässig plattliegend auf die Tunkrahmenlättchen kommen.

Es gelingt das Ordnen solcher Stäbchen übrigens auch auf folgendem Wege.

Der Boden eines wagerecht gerüttelten Kastens ist aus Gefässen gebildet. deren Tiefe der Stäbchenlänge gleicht, deren Weite aber enger ist, so dass keins der Hölzchen quer in sie fallen kann. Um das Einfallen zu sichern, muss die Weite aber grösser als die halbe Hölzchenlänge sein. Die Gefässränder gehen oben in gemeinsame Kanten über. Sind die Gefässe voll gerüttelt, so lässt man sie durch Fortziehen des Bodens in den untergestellten Füllrahmen der eigentlichen Einlegemaschine fallen. Diese besorgt die sachgemässe Verteilung der Hölzchen zwischen die Tunkrahmenlättchen und sorgt ferner dafür, dass die geordnete Lage der ersteren nicht verloren geht.[4])

c. Mit einem ihrer Enden befestigte Fasern oder Haare sollen gleichlaufende Lage erhalten, in den Strich gelegt werden. Es möge Fig. 639 ein Bild der zu beseitigenden wirren Lage sein. Wenn man nun mit einer Spitze *a* in der eingezeichneten Pfeilrichtung durch das Gewirr fährt, so werden die getroffenen Fasern durch die Reibung mitgenommen, bis durch die Befestigung ihres einen Endes eine zur Überwindung der

[1]) Zündholzablegemaschinen: Z. d. V. d. I. 1878, S. 273 m. Abb. D. R. P. No. 30 595.

[2]) Vergl. Walch's Zündholz-Ablege- u. Einschachtel-Maschine: D. p. J. 1887, 263, 322 m. Abb.

[3]) D. R. P. No. 19 491.

[4]) Einlegemaschinen für Zündhölzchen: Z. d. V. d. I. 1877, S. 274 m. Abb. D. p. J. 1885, 255, 239 m. Abb.

Reibung genügende Spannung eintritt, sonach die Spitze *a* unter Zurücklassung der Faser an dieser gleitet. Die Faser erhält dadurch (wenn sie nicht vermöge ihrer Schnellkraft zurückspringt) eine gerade Lage, welche sich zwischen ihrem Befestigungspunkte und derjenigen Stelle erstreckt, an welcher die Spitze sie verlässt. Die Spitzen *b*, *c* und *d*, welche in gleicher Richtung wie *a* verschoben werden, haben eine leichtere Aufgabe als *a*, indem sie nur Fasern zur Seite zu drängen haben. Trifft eine Spitze auf eine Faser, deren Richtung mit seiner Bewegungsrichtung zusammenfällt, so gleitet sie an ihr entlang, ohne letztere zu verschieben. Wenn man sonach zahlreiche Spitzen in gleicher Richtung, nötigenfalls wiederholt, durch das Gewirr führt, so werden schliesslich sämtliche Fasern in die Bewegungsrichtung der ersteren in ihren Strich gelegt, natürlich nur dann, wenn die Fasern weich genug sind, um sich dauernd in die neue Lage zu fügen.



Fig. 639.

Die in vorliegendem Sinne zu verwendenden Spitzen können nun kammartig aneinander gereiht sein; mehrere solcher hintereinander gesetzter Reihen beschleunigen natürlich die Wirkung. So wird bei dem Kämmen der noch auf der Haut sitzenden Haare die Ordnung der letzteren erreicht. Bürsten werden verwendet, um schonender vorzugehen. Sie dienen z. B. zum Ordnen der über das Gewebe hervorragenden Haarenden der Walkstoffe, der langen Fasern des Velpels u. s. w.

Werden die Fasern oder Haare nicht völlig festgehalten, sondern nachgiebig, vielleicht durch ähnliche Spitzen, wie die thätigen sind, und werden letztere so bewegt, dass sie mit den ersteren nicht in Berührung kommen, so tritt der gleiche Vorgang ein wie vorhin. Nur liegt insofern ein Unterschied vor, als zweifelhaft ist, ob die Fasern gegenüber den thätigen oder den anderen Spitzen gleiten. Diese Frage ist aber gleichgültig, denn sobald zwischen letzteren und den Fasern ein Gleiten eintritt, werden die Spitzen auch thätig, lenken sie die Fasern ebenfalls der gewollten Richtung zu.

Das ist der Vorgang des Krempelns oder Kratzens, welches sowohl für Pflanzenfasern als Tierhaare verwendet wird.

Die ordnenden Spitzen sind aus Stahl gefertigt und meistens auf dem Mantel kreisender Trommeln, seltener auf ruhenden Flächen befestigt, und zwar so, dass sie sich gleichmässig auf der Fläche verteilen.



Fig. 640.

Fig. 640 stellt an den beiden Trommeln *A* und *B* den Nadelbesatz dar, welcher vorwiegend für Flachs bezw. Hede und für Jute verwendet wird. Er besteht aus leicht nach vorn gekrümmten Nadeln, die in Holz oder Leder stecken; die Dicke und Länge der Nadeln, sowie der Abstand derselben, ist sehr verschieden.

Die zu verarbeitenden Fasern liegen leicht auf den Spitzen der Nadeln; es sind deshalb für das nachgiebige Festhalten gut ausgebildete Spitzen erforderlich, zumal nebensächlich eine weitere Zerlegung des Pflanzenbastes angestrebt wird.

Fig. 641 versinnlicht die Spitzenart, welche vorwiegend für Baumwolle und Tierwolle verwendet wird. Hier handelt es sich nicht um die Zerlegung, sondern nur um das nachgiebige Festhalten der Fasern und Ordnen derselben. Die Spitzen bildet man deshalb an den Enden dünner, runder oder kantiger Drähte dadurch, dass die schräg gegen den Umfang gerichteten Drahtenden in der Fläche des Umfangs abgeschliffen werden. Die Gestalt der Drähte wie ihre Befestigung auf der Trommel ist so gewählt, dass jede der Spitzen behufs Schonung der Fasern in gewissem Grade nachzugeben vermag.

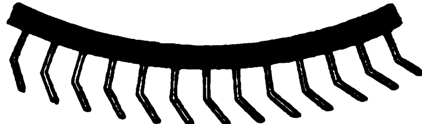


Fig. 641.

Eine der Trommeln, z. B. *B* (Fig. 640) ist nun mit den zu verarbeitenden Fasern beladen. Die Spitzen der Trommel *A* sind denjenigen von *B* entgegengerichtet, bewirken durch die gegensätzliche Bewegung das Ordnen der Fasern, nehmen aber auch einen Teil zu sich herüber, soweit nämlich dieselben seitens *A* fester als seitens *B* gehalten werden. Das betreffende Festhalten ist beiderseits unvollkommen, weshalb eine Faser, welche *A* angehört, gelegentlich wieder an *B* abgegeben wird und umgekehrt. So findet, wenn die Kratzenfläche *A* feststeht, keineswegs eine Häufung der Fasern auf ihr statt; nur die sehr kurzen der letzteren lagern sich ab, weil sie zu wenig hervorragen, um von den mit *B* bewegten Spitzen erfasst zu werden.

Dieses Teilen der Fasermenge, welches zwischen den zwei Kratzenflächen stattfindet, dient zum Abnehmen des Bearbeiteten. Es sei die Umfangsgeschwindigkeit der Trommel *B*, Fig. 642, sehr gross, die Kratzenfläche der Trommel *A* bewege sich in gleicher Richtung, aber langsam; dann liegt eine gegensätzliche Geschwindigkeit beider Kratzenflächen in demselben Sinne wie bisher vor, d. h. es werden die Fasern geordnet und zum Teil an *A* übertragen. Ein Kamm oder Hacker *H*, welcher in kurzem Bogen schwingt und dessen Zähne den Spitzen des an *A* befestigten Kratzenbeschlags sehr nahe liegen, löst nun die an *A* haftenden Fasern, soweit diese entsprechende Länge haben, von den Spitzen der Abnehmertrommel oder dem Abnehmer *A* ab, so dass sie als Fliess *v* weitergeführt werden können.

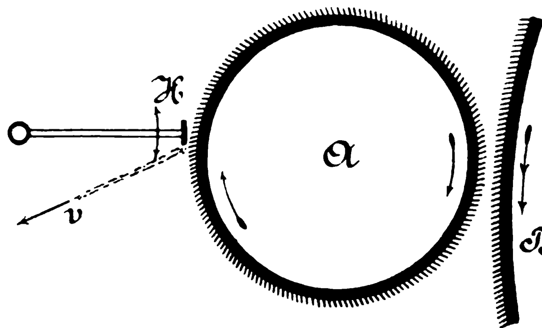


Fig. 642.

Den zurückbleibenden Rest beseitigt eine zwischen die Spitzen gr Bürste stetig oder er wird von Zeit zu Zeit ausgekämmt.

Das Krempeln oder Kratzen bezweckt nun nicht allein, die Fasern in den Strich zu legen, sondern auch deren Ausbreiten, Verteilen auf eine grosse Fläche. Die Fasern sind von Natur oder durch die Verpackung in mehr oder weniger dicke Pöste zusammengeballt. Das Auflockern (S. 149) bewirkte zwar das Auflösen der Ballen bis zu einem gewissen Grade; die Vollendungsarbeit fällt der Krempel zu. Deshalb ist eine weit umfangreichere Thätigkeit der letzteren erforderlich, als zum Geradelegen der Fasern genügen würde, die gegeneinander arbeitenden Kratzenflächen müssen gross sein. Ruht die widerstehende Kratzenfläche, so sammeln sich, wie bereits angedeutet, auf derselben kurze Fasern, die in kurzen Zeitabschnitten entfernt werden müssen. Die ruhende Kratzenfläche besteht zu dem Zwecke aus einzelnen Teilen, Deckeln. Man verwendet statt ihrer vielfach langsam kreisende, mit Kratzenbeschlag versehene Trommeln, sogenannte Arbeiter *A*, Fig. 643, welche der grossen Trommel *B* gegenüber die ruhende Kratzenfläche darstellen. Die Fasern, welche bei der Bearbeitung zwischen *A* und *B* an den Arbeiter übergehen, werden diesem seitens einer rasch kreisenden Trommel *W*, dem Wender, wieder abgenommen und der grossen Trommel *B*, weil deren Umfangsgeschwindigkeit erheblich grösser ist als diejenige des Wenders, zurückgegeben. Sie gelangen auf diesem Wege wiederholt zur Bearbeitung zwischen *A* und *B*, wobei nicht zu übersehen ist, dass die Einzelfasern weniger leicht von *A* übernommen werden, als die Reste der Pöste.

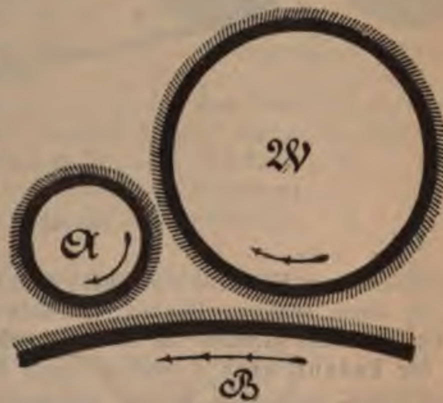


Fig. 643.

d. Das auf dem (S. 624) beschriebenen Wege gewonnene Fliess zieht man durch einen Trichter und gewinnt dadurch ein Band von ziemlicher Gleichförmigkeit. In der Regel soll dieselbe noch vervollkommnet werden.

Durch Kämmen der Faserstoffe (S. 487) gewonnene Bänder, mehr noch die durch Zusammenlegen, Anlegen, der einzeln gehechelten Flachsristen gebildeten bedürfen in höherem Grade der Begleichung. Sie erfolgt durch Zusammenlegen mehrerer Bänder (das Doppeln) und darauffolgendes Strecken (S. 300).

Es ist anzunehmen (vergl. S. 612), dass bei dem Zusammenlegen der Bänder die Ungleichmässigkeiten der Dicken gemindert werden. Bei dem Strecken gleiten die Fasern aneinander und begleichen hierdurch auch ihre Lage.

C. Ordnen der Fäden.

a. Eine der wesentlichsten hierher gehörigen Aufgaben ist das Aufwickeln der Fäden, das Unterbringen dieser langgestreckten Gebilde in kleinem Raum.

Behufs Hervorbringens einer bestimmten Aufwicklungsart ist zu beachten, dass an dem Auflaufpunkt *a* des Fadens *f*, Fig. 644, die Reibung

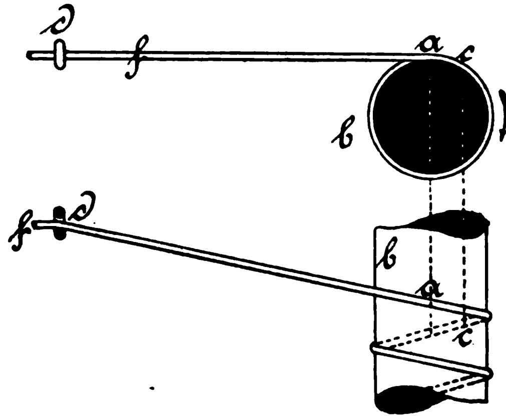


Fig. 644.

des letzteren am Körper *b* fast gleich Null ist, und allmählich zunehmend erst in einem späteren Punkte, vielleicht in *c*, so gross ausfällt, dass sie ein seitliches Gleiten des Fadens verhütet. Es liegen daher *c*, *a* und der Fadenführer *d* etwa in einer Ebene, die, je nach Lage des Fadenführers, mehr oder weniger gegen die Drehachse des Körpers *b* sich neigt. Eine Veranlassung, bei weiterer Drehung des Punktes *a* den Faden seitwärts zu verschieben, liegt nicht vor. Verfolgt man in gleicher Weise die folgenden Berührungspunkte zwischen Faden und Körper *b*, so findet man, dass sich der Faden in einer Schrauben- bezw. Spiral-Linie aufwickelt. Verschiebt man den Fadenführer so, dass die Ebene *cad* stets dieselbe Neigung der Drehachse von *b* gegenüber hat und ist *b* walzenförmig, so bildet der aufgewickelte Faden eine regelrechte Schraubenlinie, die leicht so eingerichtet werden kann, dass sich die einzelnen Windungen dicht aneinander legen. Die gleichartige Rückbewegung des Fadenführers liefert das umgekehrte Gewinde, welches sich, die unten liegenden Fäden kreuzend, auf die erste Wickelung legt, dabei abermals einen walzenförmigen Aufwicklungskörper erzeugend.

Wird aber der Winkel, unter welchem der Faden den Aufwicklungskörper trifft, fortwährend geändert, so entstehen mannigfache Gestalten, für welche insbesondere die Knaulwickelmaschinen hübsche Beispiele sind.[1])

[1]) D. p. J. 1879, **232**, 495 m. Abb.; 1882, **243**, 197 m. Abb.

Durch jede neue Aufwicklung wird der betreffende Halbmesser grösser, also bei unveränderlicher Geschwindigkeit des wickelnden Körpers auch die vom Faden geforderte Geschwindigkeit. In vielen Fällen kann solche ohne weiteres gewährt werden, in anderen wird verlangt, dass die Drehgeschwindigkeit des wickelnden Körpers nach der gleichförmigen des Fadens sich einrichtet. Dem ist zu entsprechen, indem man den Wickel *b* auf eine oder zwei Walzen *e*, Fig. 645, welche gleichförmige Geschwindigkeiten haben, stützt, und zwar so, dass *b*, nach dem Grade der Umwicklung sich frei zu heben vermag. Zu dem Ende werden die Zapfen des Wickelkörpers in senkrechte Schlitze gelegt. Eine Anspannung des Fadens gegenüber dem Wickel ist hierbei offenbar nicht zu erreichen.



Fig. 645.

Das gesponnene Garn wird, um es vor dem Verwirren zu schützen, entweder stetig aufgewickelt, in dem Masse, wie es die zum Drehen des Fadens dienende Vorrichtung liefert, oder man dreht eine gewisse Garnlänge, setzt dann die Drehvorrichtung ausser Thätigkeit, bis diese Garnlänge aufgewickelt ist, spinnt dann aufs neue u. s. w.

So unterscheidet man zwischen dem stetigen und dem unterbrochenen Spinnen.

Das letztere ist das älteste; es entspringt dem Unvermögen des Menschen, mit einfachen Werkzeugen gleichzeitig beide vorliegende Aufgaben zu lösen. Die Handspindel *a*, Fig. 646, ein aus hartem Holz gefertigter, etwa 30 *cm* langer Doppelkegel, an welchem die zinnerne Schwungscheibe *b* befestigt ist, dient einerseits zum Aufwickeln der Fäden, anderseits zum Drehen des Fadens. Zu letzterem Zwecke wird der fertige Faden von seiner eigentlichen Aufwicklungsstelle ab in stark steigendem Gewinde bis zur Spitze des längeren, oberen Kegels gewickelt, dort befestigt und nun durch Schnellen der Finger in rasch kreisende Drehung versetzt, welche vermöge der Trägheit der Schwungscheibe sich einige Zeit erhält, während welcher die zu spinnenden Fasern in regelrechter Weise ausgezogen und dem Drehen überliefert werden (S. 301). Die allmählich matt werdende Spindel wird nach Bedarf aufs neue gedreht. Sobald das untere Ende der Spindel den Boden erreicht hat, also der freie Faden nicht mehr straff zu halten ist, löst man seine Befestigung am oberen Spindelende, dreht die Spindel rückwärts, so dass die steilen Gewindegänge wieder abgewickelt werden und bringt nunmehr den Faden in eine der bei *c* durch Punktierung angedeuteten Lage, wobei die eigentliche Aufwicklung erfolgt, u. s. w.

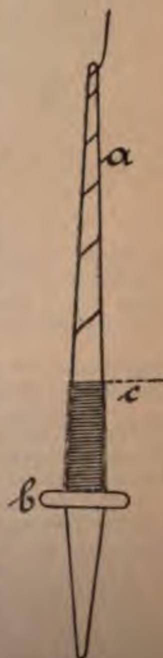


Fig. 646.

Dasselbe Verfahren ist bei dem Handspinnrad bequemer durchführbar gemacht, es findet allgemeine Anwendung bei denjenigen Spinnmaschinen, welche behufs des früher (S. 300) erwähnten

Streckens den Faden stückweise dreht und jedes Stück für sich aufwickelt, von der 1763 (nach anderen Angaben 1770) durch Hargreaves mit dem Namen Jenny belegten bis zu den vollkommensten Selbstspinnern (Selfacting mule) der Jetztzeit.

Meistens sind die Spindeln *s*, Fig. 647, an einem Wagen gelagert, mit welchem sie zunächst in die Nähe der das Vorgespinst liefernden, fest gelagerten Streckwalzen gebracht waren. Nunmehr entfernt sich der Wagen von den Streckwalzen, welche mit gleichförmiger Geschwindigkeit Vorgarn abliefern, welches die Spindeln weiter strecken, weil der Wagen sich rascher bewegt als der Umfang der Walzen, und zugleich Drehen (Ausfahren des Wagens). Nach vollzogenem Ausfahren steht das Streckwerk und der Wagen still, während die Spindeln mit bisheriger Geschwindigkeit sich drehen (Nachdrehen der

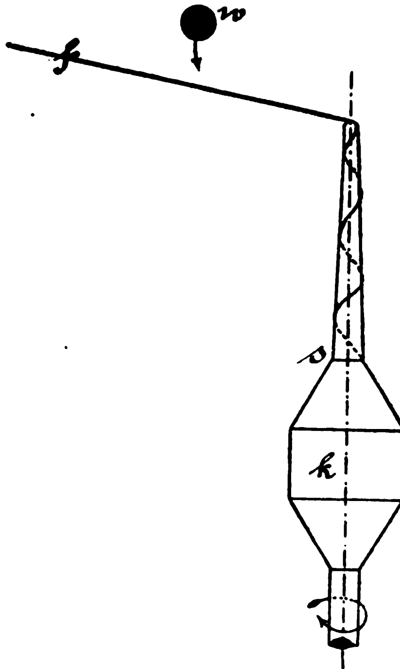


Fig. 647.

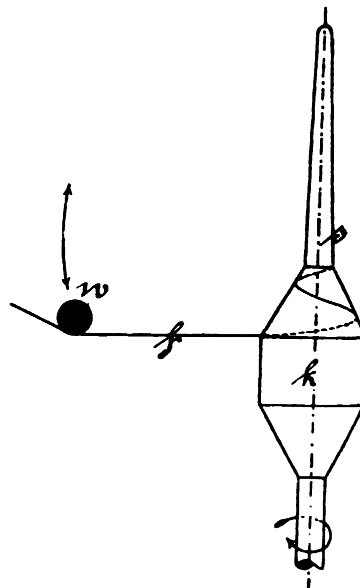


Fig. 648.

Fäden). Diesem Zeitabschnitt folgen dann die beiden hierher gehörigen, nämlich das Abschlagen der Fäden und das Einfahren des Wagens bezw das Aufwickeln der Fäden.

Behufs des ersteren drehen sich die Spindeln einigemal links herum, zu gleicher Zeit senkt sich der bisher unthätige Winder *w* nach unten, um das Abwickeln der steilen Gewinde von der Spindel *s*, Fig. 647, ohne Schlaffwerden des Fadens zu gestatten; ein nicht gezeichneter Gegenwinder unterstützt ihn in dieser Thätigkeit. Der Winder *w* senkt sich zunächst so weit, bis der Faden *f* winkelrecht zur Spitze der bisherigen Aufwicklung des Kötzers *k* liegt; es beginnt dann wieder die Rechtsdrehung der Spindel, der Winder *w* senkt sich verhältnismässig rasch bis zum Fuss der Kötzerspitze (Fig. 648), so dass der Faden *f* in einer steilen Spirale auf die Kegelfläche der Kötzerspitze sich legt. Dann hebt sich der Winder langsam unter stetigem Rechtsdrehen der Spindel und legt dabei den Faden in sehr flacher Spirale auf die Kegelfläche des Kötzers

bis zum oberen Ende derselben. Ist dieses erreicht, so steigt der Winder rasch, so dass die in Fig. 647 dargestellten steilen Windungen bis zur Spitze der Spindel wieder entstehen. Während der gesamten Aufwicklungszeit nähert sich der Wagen dem Streckwerk, um die zum Aufwickeln erforderliche Fadenlänge verfügbar zu machen, und zwar mit wechselnder Geschwindigkeit, weil die mit gleichmässiger Winkelgeschwindigkeit thätigen Wickelhalbmesser sich fortwährend ändern.

Diese verschiedenen Geschwindigkeiten selbstthätig hervorzubringen, überhaupt die sämtlichen erwähnten Vorgänge zu rechter Zeit und in rechter Weise selbstthätig eintreten zu lassen, gelang in den zwanziger Jahren dieses Jahrhunderts.

Die Bildung der unteren Kötzerspitze wie die allmähliche Erzeugung des, regelmässiges Aufwickeln ermöglichenden oberen Kegels erfordert bei den älteren Selbstspinnnern Nachsteuerung mittels der Hand; bei den neueren gelingt auch dieses der äusserst sinnreich gegliederten Maschine selbständig[1]).

Das stetige Spinnen und stetige Aufwickeln des erzeugten Garnes wurde um das Jahr 1530 von Jürgens in Wolfenbüttel erfunden[2]); Fig. 649 versinnlicht die betreffende Einrichtung. Der linksseitige Zapfen der eisernen

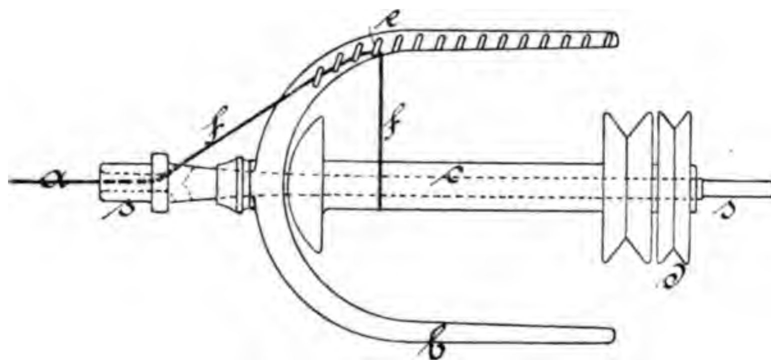


Fig. 649.

Spindel *s* ist durchbohrt, so dass der links von *a* gebildete Faden *f* durch die Bohrung zu einem der an einem hölzernen Flügel *b* angebrachten Häkchen *e* geführt werden kann. Von diesem läuft der Faden auf die Spule *c*, und zwar, da das führende Häkchen seine Lage der Spule gegenüber nicht ändert, bald in rechtwinkliger Richtung zur Spulenachse.

Die Drehung des Flügels bringt diejenige des, an seinem Entstehungsorte (zwischen den Fingern der Spinnerin, S. 301) am Drehen gehinderten Faserbandes hervor; die Aufwicklung bewirkt eine gegensätzliche Drehung der Spule *c* und des Flügels *b*.

Zu dem Zwecke ist die Spule *c* um die Spindel *s* frei zu drehen und wird

---

[1]) Vergl. über Selbstspinner:
Robert's, Selbstspinner, D. p. J. 1832, **44**, 333 m. Abb.
Prechtl, Technol. Encyklop. 1857, Ergänzungsband 1, S. 295 m. Abb.
Der Selfactor von F. Stamm, übers. v. E. Hartig, Leipzig 1862.
Kick & Rusch, Beiträge zur Spinnereimechanik, Wien 1868.
Zeman, Östr. Ausstellungsbericht, Wien 1873 (erschien 1874).
Hugo Fischer, Civilingen. Bd. 33, Heft 1 m. Abb.

[2]) Nach H. Grote: Leonardo da Vinci als Ingenieur und Philosoph, Berlin 1874, S. 80 m. Abb. kannte letzterer (geb. 1452, gest. 1519) die Flügelspindel bereits in der Gestalt, in welcher sie noch [illegible] bei Spinnm[illegible] [illegible]t wird.

durch einen mit ihr verbundenen Wirtel angetrieben, während ein zweiter Wirtel *d* zum Antriebe der Spindel *s* und des auf ihr befestigten Flügels dient.

Die gegensätzliche Drehung kann nun offenbar sowohl durch Voreilen wie auch durch Nacheilen der Spule gegenüber dem Flügel erzielt werden; angesichts der grossen Zahl der Windungen, welche die meisten Fäden für die Längeneinheit verlangen (S. 470), ist dieses Vor- bezw. Nacheilen der Flügelgeschwindigkeitsgrösse gegenüber verschwindend. Man verwendet denn auch beide Verfahren.

Mit zunehmender Bewicklung muss sich der Unterschied beider Winkelgeschwindigkeiten ändern. Diesem Zwecke dienen besonders eingerichtete Antriebe[1]), welche ihrer umständlichen Einrichtung halber nur da angewendet werden, wo sie unentbehrlich sind, oder Bremsen, welche denjenigen Teil zurückhalten, welcher nacheilen soll.

Bei dem gewöhnlichen Tret-Spinnrad, dessen Spindel- bezw. Spulenanordnung durch Fig. 649 dargestellt ist, sind beide Verfahren gewissermassen vereinigt. Die Schnur, welche beide Wirtel antreibt, hat in ihrer ganzen Länge gleiche Geschwindigkeit; sie dreht daher den kleineren Wirtel mit grösserer, den grösseren *d* mit kleinerer Winkelgeschwindigkeit. Ihre Spannung wird jedoch so geregelt, dass sie bei entsprechendem Widerstande gleitet. So ist die Spinnerin im stande, durch Zurückhalten des Fadens bei *a* die Geschwindigkeit des Aufwickelns zu regeln.

Von Zeit zu Zeit muss nun der Faden auf ein anderes Häkchen *e* gelegt werden, um die Aufwicklung auf die Länge der Spule *c* gleichmässig zu verteilen. Das verursacht Störungen und hat nur einen mangelhaften Erfolg. Einfacher und vollständiger löst man die Aufgabe durch nur eine Führung am Flügel und allmähliche gegensätzliche Verschiebung des Flügels gegenüber der Spule, so dass der Faden sich in engen Windungen auf die Spule legt.

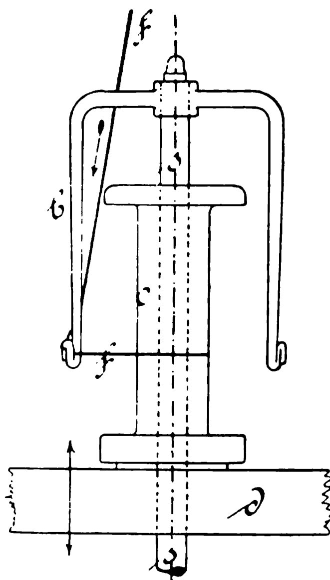


Fig. 650.

Fig. 650 stellt eine diesem Verfahren, welches für Spinnmaschinen ausschliesslich gebräuchlich ist, dienende Einrichtung dar. Die Spindel *s* ist unten und in der Bank *d*, nach Umständen auch an ihrem oberen Ende (was die Durchbohrung des betr. Zapfens nach Fig. 649 bedingt) drehbar gelagert und zwischen der unteren Lagerung und der Bank *d* angetrieben. Der Faden *f* gelangt von dem weiter oben belegenen Streckwerk zu einer Öse des Flügels *b* und von dieser auf die Spule *c*. Letztere wird von der Bank *d* gestützt. Während des Spinnens steigt nun die Bank *d* langsam auf und nieder und bringt dadurch die ganze Höhe der Spule in regelmässiger Folge der Führungsöse des Flügels gegenüber. Die Spule wird durch ihre Reibung auf der Bank *d* oder durch ein anderes, besser zu regelndes Mittel so viel zurückgehalten, wie das Aufwickeln verlangt, oder auch besonders angetrieben.

Statt allein die Spindel anzutreiben, kann auch die Spule *c* durch die Maschine unmittelbar in Drehung versetzt werden, während der Flügel, welcher dann entsprechend zu bremsen ist, durch die Spannung des Fadens geschleppt wird.

---

[1]) Prechtl, Technolog. Encyklop. 1857, Ergänzungsband 1, S. 184 u. s. f. m. Abb.

Z. d. V. d. I. 1888, S. 244 m. Abb.

Da es sich sodann lediglich um entsprechendes Zurückbleiben der Führungsöse handelt, so kann diese durch einen kreisrunden Rand ersetzt werden, an welchem der um ihn gebogene Faden gleitet und hierbei entsprechende Reibung erfährt. Danforth stülpte (1829) zu dem Ende eine Glocke über die Spindel, deren unterer Rand den angegebenen Zweck zu erfüllen hatte. Durch Heben und Senken der Glocke fand die Verteilung des Fadens auf der Spule statt. Trotz mancher hübschen Ausbildung dieser, Glockenspindel genannten, Anordnung[1]) ist ihr nicht gelungen, allgemeinere Einführung sich zu verschaffen.

Erfolgreicher war die Anregung des Amerikaners Jenks, welcher 1829 vorschlug, von dem Flügel nur die Führungsöse zu behalten und diese auf einem kreisrunden Rande gleiten zu lassen. In Fig. 651 ist *c* die angetriebene Spindel, *b* die Führungsöse, welche hier Fliege genannt wird und auf dem Ring *d* reitet, *f* der in Aufwicklung begriffene Faden. Um diesen gleichmässig über die Spule *c* zu verteilen, wird entweder (und zwar fast immer) der Ring *d* oder die Spule *c* auf und ab bewegt.

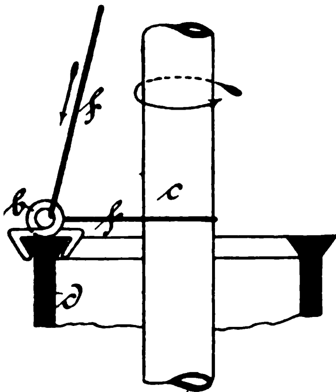


Fig. 651.

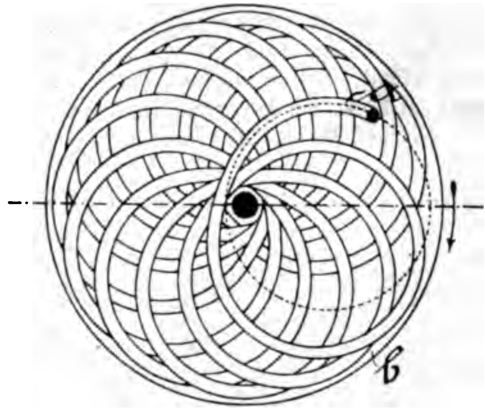


Fig. 652.

Trotz mancher schwerwiegender Bedenken hinsichtlich der Gleichförmigkeit der Fadenspannung, welche diese, Ringspindel genannte, Anordnung gewährt, ist doch gelungen, sie in mannigfacher Gestalt zu vielfacher Anwendung zu bringen.[2])

Verwandt mit der Ordnung der Fäden um eine Spule ist diejenige die Pressionsstrecke und der Drehtopf erzeugen.

Auf Schiffen verstaut man die Taue, um sie ohne Umstände in Verwendung nehmen zu können, in gekrümmten, sich kreuzenden Lagen. Gleiches erreichen die beiden genannten Einrichtungen mittels der Maschine.

Fig. 652 ist ein Grundriss der seltsamerweise Pressionsstrecke[3]) genannten Einrichtung. *a* bezeichnet den zu ordnenden Faden (oder das Band), dessen Fadenführer in dem punktiert gezeichneten Kreise sich dreht, *b* eine

---

[1]) Vergl. Z. d. Gewerbfleissvereins 1864, S. 142 m. Abb.

[2]) Z. d. Gewerbfleissvereins 1864, S. 144 m. Abb.
Z. d. V. d. I. 1874, S. 392 m. Abb.
D. p. J. 1879, **231**, 415 m. Abb.; 493 m. Abb.; 1880, **236**, 377 m. Abb.; 1881, **240**, 265 m. Abb., **242**, 108 m. Abb., 334 m. Abb.; 1884, **252**, 359; 1885, **258**, **466**; 1886, **260**, 369 m. Abb.

[3]) Prechtl, Technol. Encyklop. 1857, **Ergänzungsband 1, S. 188 m. Abb.**

unten liegende, um ihre Achse kreisende Scheibe, in deren Mitte eine Stange steckt. Die gegensätzliche Bewegung des Fadenführers zur Scheibe *b* hat daher die Gestalt einer Hypocykloide und ebenso sind die Windungen des auf die Scheibe *b* sich legenden Bandes. Die einzelnen Windungen kreuzen sich unter ziemlich grossen Winkeln und lassen sich ohne weiteres abheben.

Der Drehtopf [1]) unterscheidet sich von der vorigen Einrichtung nur dadurch, dass das beschriebene Legen des Fadens bezw. Bandes in einem trommelförmigen Gefäss stattfindet, folglich den Windungen ein sichrerer seitlicher Halt geboten wird, als seitens der in Fig. 652 im Querschnitt gezeichneten Stange.

b. Mit dem Namen Umspinnen belegt man das regelmässige Umwickeln stab- oder fadenförmiger Gebilde seitens eines Fadens, Drahtes oder dergl. bezw. mehrerer derselben. Es unterscheidet sich grundsätzlich nicht von dem w. o. (S. 626) erörterten Wickeln, jedoch ist das Verfahren insofern von jenem verschieden, als man bei dem Umspinnen die für das Wickeln erforderliche gegensätzliche Drehung nicht durch Drehen des zu bewickelnden Gegenstandes, sondern durch Bewegen des Aufzuwickelnden um diesen hervorbringt. Das kann geschehen mittels der Hand, welche die den aufzuwickelnden Faden tragende Spule um das zu Bewickelnde herumführt. Die Gimpenmühle [2]) bewirkt dasselbe in gleicher Weise, aber rascher.

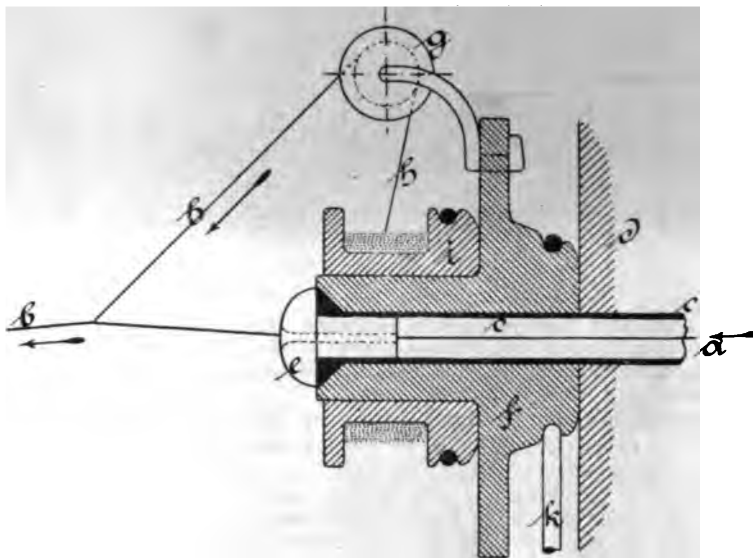


Fig. 653.

Fig. 653 ist der Schnitt der wesentlichsten Bestandteile einer einfachen Gimpenmühle. Der zu bewickelnde Faden *a b* wird von rechts nach links gleichförmig fortbewegt; er erfährt durch den Kopf *e*, welcher in der festen Röhre *c* steckt, sichere Führung. Die in dem Maschinengestellteil *d* befestigte Röhre *c* dient ausserdem als Zapfen für die Rolle *f*, welche ein Röllchen *g* trägt.

[1]) Prechtl, Technol. Encyklop. 1857, Ergänzungsband 1, S. 137 m. Abb.
[2]) Prechtl, Techn. Encyklop. 1833, Bd. 4, S. 256 m. Abb.

n Hals der Rolle f ist die Spule i für den aufzuwickelnden Faden h gesteckt; in eine Rille der Spule ist mit mässiger, regelbarer Spannung ' befestigter Faden gelegt, dessen Reibung nur dann das Gleiten von i . Hals der Rolle f gestattet, wenn h straff angezogen wird. Dreht man nittels einer auf ihren Wirtel wirkenden Schnur k, so führt offenbar lchen g den Faden h in regelmässigen Windungen um das Gebilde m. Es ist leicht zu übersehen, wie die Anordnung zu treffen ist, wenn ht einen, sondern mehrere Fäden gleichzeitig um ab legen will.[1])

e vorliegende Aufgabe erfordert nur die Führung des aufzuwickelndens um den zu bewickelnden in geschlossener Bahn. Das ist cht allein durch die vorstehend beschriebene Einrichtung, sondern durch zu erreichen, dass man die Spulen, welche die aufzuwickelnden tragen, in irgend wie gestalteten, um das Aufzuwickelnde ı geschlossenen Bahnen, z. B. in rinnenförmigen, entlang bewegt. ne solche Bahn kann aber von einer anderen, gleichen Zwecken en gekreuzt werden; es ist auch möglich, in dieser zweiten Bahn ehörige Spule entgegengesetzt zu der ersten zu bewegen, so dass e Wickelfäden sich kreuzen.

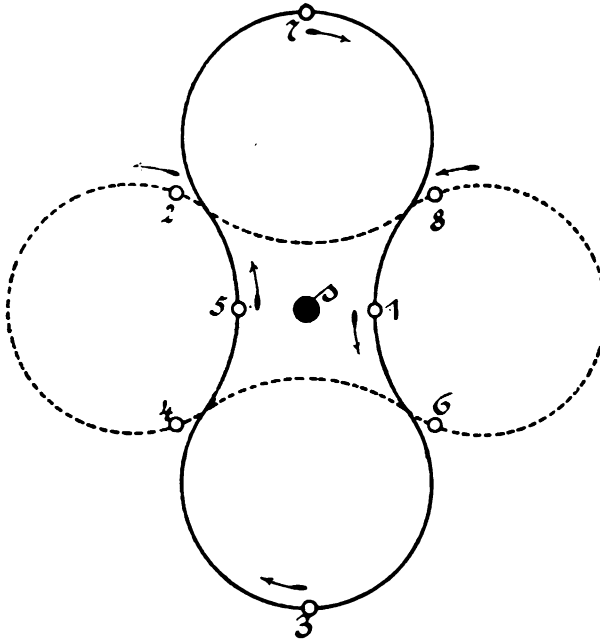


Fig. 654.

;. 654 versinnlicht eine solche Einrichtung. In der ausgezogenen Bahn bezw. werden fortgeschoben die Spulen 1, 3, 5 und 7, in der punktierteten die Spulen 2, 4, 6 und 8. Die ersteren bewegen sich rechts, die links herum. Die zu bewickelnde Seele s wird winkelrecht zur

---

Vergl. auch D. p. J. 18'

Bildfläche fortbewegt. Fig. 655 stellt das entstehende Gebilde im Querschnitt dar.[1])

Es liegt offenbar kein Bedenken vor, mehr als zwei solcher Bahnen zu vereinigen, also die Kreuzungen vielfältiger zu machen, ebenso die Zahl der in den Bahnen verkehrenden Spulen zu vergrössern.

Ebenso ist nicht nötig, jede Spule stetig in derselben Bahn fortzubewegen. Man kann die Bahnen durch Weichen so miteinander verbinden, dass die Spulen von einer zur anderen Bahn überzutreten und hier ihre Bewegung fortzusetzen vermögen, auch — wie auf den Bahnhöfen — die Spulen zeitweise auf tote Gleise schieben, sie unthätig machen. So ist das vorliegende Verfahren die Wurzel für ausserordentlich mannigfaltige Bewegungen der Spulen, der Ausgangspunkt für eine grosse Zahl Fadenverschlingungen, deren Eigenart sich mit denjenigen deckt, welche man durch mittels der Hand bewegte Klöppel, d. h. mit Handhaben versehene Spulen bildet. Die zugehörigen Maschinen heissen demgemäss Klöppelmaschinen.

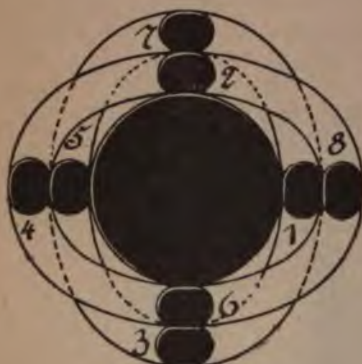
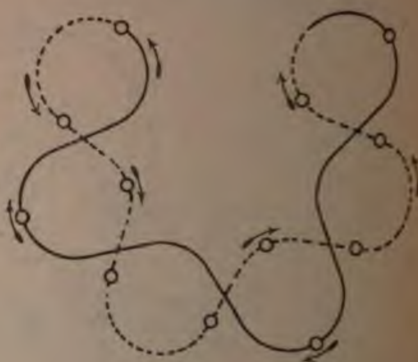


Fig. 655.


Fig. 656.

Bisher ist immer angenommen, dass die Fäden einen unthätigen Gegenstand, die Seele, umspinnen. Diese Voraussetzung ist nun nicht Bedingung für das Entstehen des in Rede stehenden Fadengebildes, die Seele gewährt demselben während seines Entstehens nur Stützung. Schafft man auf anderem Wege die erforderliche Sicherheit dafür, dass bei dem Neubilden der Fadenverschränkungen die früher erzeugten nicht verzerrt werden, so kann man die Seele entbehren. Es kann das geschehen durch Regelung der Fadenspannungen. Alsdann ist aber auch nicht mehr nötig, das Geflecht schlauchförmig zu gestalten; nur die sich geflechtartig verschränkenden Fäden geben sich vermöge der zwischen ihnen auftretenden Reibungen (S. 467) den nötigen Halt; die zugehörigen

[1]) Vergl. die ausführl. Abhandl. in Prechtl, Technol. Encyklop. 1843. Bd. 13, S. 194 m. Abb.

D. p. J. 1833, **69**, 28 m. Abb. Z. d. V. d. I. 1877, S. 31 m. Abb. D. p. J. 1882, **243**, 119 m. Abb.

Spulen oder Klöppel brauchen deshalb auch nicht mehr die Stelle zu umlaufen, welche von der Seele *s*, Fig. 654, eingenommen wurde. Es kann also die einfache Bahn nach Fig. 656 verlaufen; sie erzeugt ein in eine Ebene zu legendes Gebilde. Ein weiterer Schritt führt zur Anordnung der in gerader Linie sich aneinander reihenden Bahnkrümmungen. Durch Überdecken einer solchen in sich zurücklaufenden und sich kreuzenden Bahn mit einer oder mehreren ähnlichen, durch Weichen zwischen diesen Bahnen und nach toten Bahnen, welche durch eine Jacquardmaschine bethätigt werden können, eröffnet sich eine Vielseitigkeit der Fadenverschränkungen, wie sie sonst nur durch Handthätigkeit (Flechten und Spitzenklöppeln) gewonnen werden kann. Ob sich solche Maschineneinrichtungen der Handthätigkeit gegenüber immer lohnend erweisen, hängt von Umständen ab, deren Erörterung nicht in das Bereich dieses Buches fällt.[1])

c. Die Einrichtungen fallen unter sonst gleichen Umständen einfacher aus, wenn man statt gleichartiger Behandlung aller Fäden die letzteren in Gruppen zerlegt, so dass die Fäden jeder Gruppe nur denjenigen Bewegungen unterworfen werden, welche ihr eigentümlich sind. Den meisten Zwecken genügt die Zerlegung in zwei Gruppen, nämlich in Ketten- und Schuss- oder Eintragfäden; empfiehlt sich eine weitere Zerlegung, so bildet man Unterabteilungen der genannten Gruppen; die besonders zu behandelnden Kettenfäden heissen dann Polfäden.

Man verwendet die hierher gehörigen Verfahren beim Weben und der Bildung des Tüll.

Bei ersterem werden die Kettenfäden zu einem Fach auseinander gelegt (S. 476) und die zweite Fadengruppe eingeschossen oder eingetragen, bei letzterem werden die Kettenfäden von der zweiten Fadengruppe wechselnd umwickelt.

Die Fachbildung findet statt, um die Kettenfäden in vorgeschriebener Weise unter bezw. über den einzulegenden Schussfaden zu bringen. Zu dem Ende sind die einerseits am Gewebe *g*, Fig. 657,

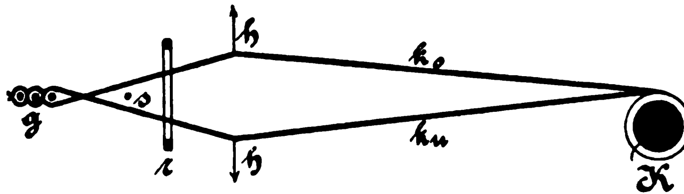


Fig. 657.

anderseits an einem Kettenbaum *K*, oder auch mehreren derselben hängenden Kettenfäden *k* durch Augen oder Weberaugen, Fig. 658, gezogen, an welche die Litzen *h* greifen. Ein solches Auge nimmt, je

[1]) Vergl. Prechtl, Technol. Encykl. 1843, Bd. 13, S. 194 m. Abb. — Karmarsch u. Heeren, Techn. Wörterb., 3. Aufl., Bd. 8, S. 363 m. Abb. — D. p. J. 1881, **240**, S. 274 m. Abb.

nach Umständen einen oder mehrere Kettenfäden auf; die Augen sind aus Zwirn, Draht, Blech oder Glas gefertigt. Es ist nun lediglich nötig, mittels der Litzen das betreffende Auge nach oben oder unten zu ziehen, welche Thätigkeit dadurch vereinfacht werden kann, dass an die nach unten gerichtete Litze ein Gewicht gehängt wird, so dass die beabsichtigte Umordnung der Kettenfäden durch Emporziehen bezw. Sinkenlassen der oberen Litze herbeizuführen ist.

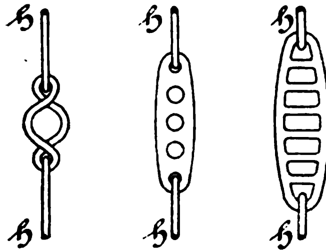


Fig. 658.

Wollte man nun jede einzelne Litze für sich bethätigen, so würde die Fachbildung ausserordentlich zeitraubend sein. In manchen Fällen (zur Erzeugung leinwandbindigen Gewebes) sollen der 1., 3., 5. u. s. w. Kettenfaden das Oberfach bilden, wenn der 2., 4., 6. u. s. w. Kettenfaden unten liegt und umgekehrt. Man hat daher die Kettenfäden der ungeraden wie diejenigen der geraden Zahlen gleichartig zu bewegen, kann daher die Litzen der ersteren wie diejenigen der letzteren je an einen über und einen unter der Kette liegenden Querstab binden und durch diese, welche nebst den Litzen und Augen Schäfte genannt werden, in einfachster Weise das Heben bezw. Senken der Kettenfäden bewirken.

In einer Reihe anderer Fälle lassen sich die Kettenfäden wenigstens in eine gewisse Zahl gleichartig zu bewegender Gruppen zerlegen, deren Litzen je zu einem Schaft vereinigt werden. So kommen zuweilen bis zu 24 nebeneinander liegende Schäfte vor, deren regelrechte Bewegung durch Fusstritte des Webers unter Vermittlung geeigneter Tretschemel erfolgt und selbstverständlich grosse Aufmerksamkeit desselben verlangt, wenn nicht gelegentlich eine falsche Schaftbewegung stattfinden soll.

de Geunes machte bereits 1679 einen Vorschlag zur Bewegung der Schäfte durch Einrichtungen, welche sie von den sonstigen bewegten Teilen des Webstuhles aus bethätigte, und 1745 verwandten Kay und Stell eine Daumenwelle zu gleichem Zwecke.

Die Schäfte beanspruchen einen ziemlichen Raum, so dass die einzelnen Litzen in der Richtung der Kettenfäden sehr weit auseinander zu liegen kommen, was zu ungleichem Heben der einzelnen Kettenfäden, zu einem sehr unreinen Fach führt.

Es ist das gleiche Ziel in gedrängterer Lage der Litzen zu erreichen, wenn man diese einzeln unten beschwert, oben in je einem Loch des Harnisches, einer mit einer entsprechenden Zahl von Löchern versehenen Platte, führt und die gleichartig zu hebenden Litzen über dem Harnisch zu Bündeln vereinigt, die nun entsprechend gezogen werden müssen.

Das Ziehen hatte bei dem wahrscheinlich schon 1567 in Gebrauch befindlichen Zugstuhl ein besonderer Arbeiter, der Zugjunge, zu besorgen. Es hat nicht an Vervollkommnungen dieser Einrichtung, welche bestimmt waren, das Ziehen zu erleichtern bezw. Fehler bei demselben zu vermeiden, gefehlt[1].

Vor allem aber sind die Bestrebungen zu verzeichnen, welche auf die Entbehrlichkeit des Zugjungen gerichtet waren.

1725 verwendete Bouchon ein Band durchbohrter Papierstreifen, welches mittels eines Handhebels gegen eine Reihe wagerechter Drähte geführt wurde und diejenigen derselben zurückschob, denen gegenüber im Papier sich kein Loch befand. Die Verschiebung jedes Drahtes wurde auf die betreffende Litze oder ein Bündel solcher übertragen.

Falcon schlug 1728 statt des Papieres eine Kette aus entsprechend ge-

[1]) Vergl. F. Kohl, Geschichte der Jacquard-Maschine, Berlin 1872.

:hten Pappplatten vor, welche Kette um ein vierseitiges Prisma gelegt und ttels desselben bewegt wurde.

Vaucanson endlich wählte 1746 eine endlose Pappe, die um eine Trom-ıl gelegt war.[1])

Alle diese Einrichtungen übertrugen die Verschiebung der Drähte so auf ı Litzen, dass die zum Heben der letzteren erforderliche Kraft von den ähten geliefert werden musste, sie sind deshalb grundsätzlich der von Kay d Stell angewandten Daumenwellenanordnung gleich und decken sich eben-mit den Einrichtungen der Spieluhren, bei welchen über eine Walze hervor-ɀende Daumen oder Stifte statt der menschlichen Finger die Schwingungen r tönenden Metallstreifen hervorrufen.

Erst 1801 nahm Jacquard der durchlöcherten Pappe die für ihre Dauer rhängnisvolle Aufgabe, die zur Bewegung der Litzen erforderliche Kraft zu ertragen, ab; er gab ihr statt dessen das leichtere Geschäft, die von anderer ite zu leistende Bethätigung der Litzen ein- bezw. auszurücken. Das meiner Ansicht nach das hohe Verdienst Jacquard's als Erfinder.

Die Pappblätter der Jacquard-Maschine verschieben diejenigen wage-:hten Drähte, welche nicht auf Löcher treffen, gerade so wie w. o. angegeben. ese Verschiebung bringt aber nur eine Ablenkung je eines senkrecht angeord-ten Hakens hervor, an welchem eine oder mehrere Litzen hängen. Eine durch end ein Mittel auf und nieder bewegte Schiene greift nun entweder unter ı Haken und hebt die an ihm hängenden Kettenfäden oder bewegt sich an nselben vorüber, wenn sie entsprechend aus der Bahn der Schiene abgelenkt sind.

Auf eine nähere Beschreibung der Jacquard-Maschine kann ich hier nicht ıgehen; sie ist ausführlich erörtert in der bereits angezogenen Geschichte der-ben von Kohl.

Wegen der für das gazebindige Gewebe erforderlichen Umordnung f die S. 476 gegebene Andeutung mich beziehend, mag hier noch der rch den Nadelstab, richtiger durch Haken hervorzubringenden Um-ɀung der Kettenfäden gedacht werden.

Es sei beispielsweise die Kette so gespalten, dass die den ungeraden Zahlen tsprechenden Kettenfäden im Oberfach, die übrigen im Unterfach sich be-den (Fig. 659). Senkt man nun die Hakennadel *N* zwischen dem 9. und 11. Fa-

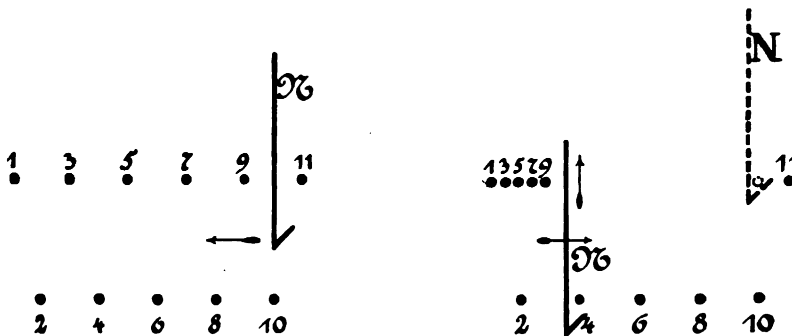


Fig. 659. Fig. 660.

n bis auf eine gewisse Tiefe in das Fach, schiebt sie hierauf wagerecht nach aks über den Spalt zwischen dem 2. und 4. Faden, senkt sie dann durch das nterfach (Fig. 660), bewegt sie so weit nach rechts, dass der Haken unter n 4. Faden kommt und nunmehr in die neben den 11. Faden punktiert ge-

[1]) Reports of the (1855) Pari[illegible]

zeichnete Lage, so hat man den 4. Faden zwischen den 9. und 11. gelegt. Durch Einfügen des Schussfadens (dem vielleicht ein Senken der Kettenfäden 9 und 11 vorangeht) wird der in Rede stehende Kettenfaden für diesmal an den fragl. Ort gebunden, während er bei dem nächsten Fachwechsel — wenn er nicht abermals besonders behandelt wird — wieder seine Stelle zwischen dem 3. und 5. Faden einnimmt.

Das Heben bezw. Senken der Kettenfäden verursacht eine geknickte Lage derselben. Die hierfür erforderliche Verlängerung wird unter Umständen von der elastischen Nachgiebigkeit der Fäden geboten, in der Regel aber schaltet man eine Spannvorrichtung ein, welche bei jeder Fachbildung eine entsprechende Fadenlänge frei giebt, sie aber, behufs Erhaltens einer gleichmässigen Spannung, zurückzieht, sobald die Kettenfäden eine geradlinige Lage annehmen.

Wird von einigen Kettenfäden mehr verbraucht als von anderen (z. B. bei Benutzung des Stichstabes, S. 637, dem Samtweben, S. 477), so müssen diese auf einen besonderen Kettenbaum gewickelt werden, und liegt eine grössere Verschiedenheit im Verbrauch der Kettenfäden vor, so werden die Fäden mehreren Kettenbäumen, nach Umständen auch Spulen entnommen.

Über die Behandlung des Schussfadens, insbesondere über die Anweisung einer angemessenen Lage desselben innerhalb des Gewebes ist (S. 476) bereits einiges gesagt.

Der Schussfaden (natürlich ausgenommen die an seiner Stelle zur Verwendung kommenden steifen Gebilde: Draht, Holzspäne, Stäbchen, Pferdehaare u. s. w.) wird auf eine Spule gewickelt, mit dieser in die Höhlung des Schützen, eines kastenförmigen Gerätes, gelegt, welcher ihn durch das Fach führt, und auf diesem Wege in erforderlichem Grade abgewickelt. Um mit einem kleinen Fach auszukommen, sucht man den Querschnitt des Schützen möglicht klein zu machen. Das bedingt, damit nicht zu häufig der Ersatz einer geleerten Spule durch eine gefüllte nötig wird, möglichstes Zusammendrängen der Fäden auf der Spule. Dasselbe ist am ersten zu erreichen durch die Schleifspule, d. h. eine feste Spule, welche nach Art der einfachen Spindel (S. 628) bewickelt ist, weniger leicht durch die Laufspule, welche so bewickelt ist, wie diejenige der Flügelspindel (S. 629) und beim Abwickeln sich drehen muss. Um ein unzeitgemässes Abwickeln der Laufspule vermöge der Massenwirkung derselben zu verhüten, versieht man dieselbe mit einer Bremse.

Der Schützen kann durch das Fach oder auch einen Teil desselben gesteckt werden (Steckschützen), bei schmaleren Geweben bezw. kürzeren Wegen des Schützen mittels der beiden Hände des Webers, oder bei breiteren Geweben seitens zweier Arbeiter.

de Guenes' Webmaschine (s. w. o.) ahmte diesen Vorgang nach, indem ein Hebel den Schützen bis zur Mitte des Faches einschob und ein zweiter den Schützen dort in Empfang nahm, um ihn vollends durch das Fach zu führen. In der 1878er Weltausstellung war ein mechanischer Webstuhl im Betrieb, bei welchem die Schützenbewegung im wesentlichen ebenso stattfand.

Statt dessen ist der Schützen durch das Fach zu werfen, zu welchem Zwecke derselbe entsprechend schwer sein muss. Eine Hand besorgt das Werfen, die andere Hand fängt den Schützen am entgegengesetzten Rande des Gewebes auf. 1733 erfand John Kay den Schnellschützen, d. h. eine Vorrichtung, mittels welcher der Schützen leichter, sicherer und rascher durch das Fach

schnellt wird, als mittels der unbewaffneten Hand. Behufs Auffangens des aus dem Fach hervorkommenden Schützen ist an jedem Rand der Kette ein mit der Lade verbundener Schützenkasten angebracht. Jeder der Schützenkästen enthält einen aus Leder, selten aus Holz gefertigten Webervogel, d. i. ein an einer Stange oder sonstwie winkelrecht zur Kette verschiebbares Klötzchen, welches bei seiner Bewegung den Schützen fortschiebt. Mit jedem der beiden Webervögel ist eine Schnur verbunden, die seitens des Webers heftig angezogen wird, um mittels eines derselben den Schützen durch das Fach zu schleudern. Der Schützen stützt sich dabei auf die Fäden des Unterfaches; zur Schonung dieser ist mindestens zweckmässig, sie von einer festen Fläche tragen zu lassen. Fig. 661 stellt eine dementsprechende Einrichtung dar. *a* bezeichnet die beiden

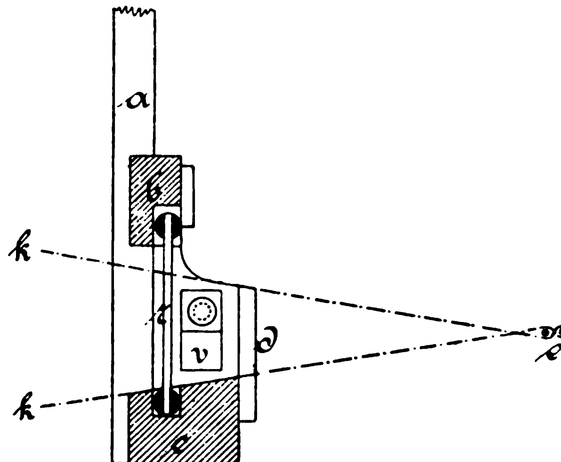


Fig. 661.

Arme, mittels welcher die Lade (S. 476) an ihren weiter oben befindlichen Zapfen hängt. Erstere sind durch zwei Querhölzer *b* und *c*, welche das Rietblatt *r* aufnehmen, miteinander verbunden. Das Querholz *c* ist nun so weit nach dem Gewebe *e* zu erweitert und an seiner oberen Seite so gestaltet, dass die Kettenfäden *k* des Unterfaches in einiger Länge zwangslos auf ihm zu ruhen vermögen. An beiden Enden des Rietblattes ist je ein Schützenkasten angebracht; *d* bezeichnet die Vorderwand eines derselben. Im Hintergrund sieht man den Webervogel *v*.

Schwerere Schützen oder auch leichtere, wenn die Kettenfäden besondere Schonung verlangen, versieht man mit Lauf-Rollen, welche die Reibung entsprechend mindern.

Man kann eine Verzierung der Gewebe u. a. dadurch hervorbringen, dass man verschiedenartig gefärbte Kettenfäden in geeigneter Reihenfolge nebeneinander legt, ebenso durch Einschiessen verschieden gefärbter Schussfäden. Letzteres erfordert, wenn nicht die Spule des Schützens ausgewechselt werden soll, mehrere Schützen, die mit Spulen der verschiedenen Farben versehen sind.

Rob. Kay erfand 1760 die diesem Zweck dienende Steiglade, d. h. eine Lade, an welcher mehrfache Schützenkästen angebracht und so verschiebbar sind, dass jeder beliebige derselben vor das Fach gebracht, also auch der betreffende Schützen durch de… …rden kann. Statt den mehr-

fachen Schützenkasten senkrecht zu verschieben, kann man die einzelnen Zellen in wagerechter Richtung nebeneinander anordnen und die Verschiebung in gleicher Richtung stattfinden lassen. Der Wechselschützenkasten, wie man die Einrichtung besser nennt, enthält auch zuweilen die einzelnen Zellen um eine gemeinschaftliche Mittelachse geordnet und wird dann behufs des Schützenwechsels um diese Achse gedreht.

Die Verschiebung bezw. Drehung des Wechselschützenkastens wird vielfach mittels einer Jacquard-Maschine bewirkt.[1])

Die Bindung des Tülls (Bobbinets) ist durch Fig. 662 in vielfach vergrössertem Massstabe dargestellt. Die schwarz ausgezogenen Fäden k werden von den anderen so umschlungen, dass die gegenseitige Reibung eine Verschiebung verhindert und durch die Anspannung der Fäden regelmässige Sechsecke entstehen (vergl. Fig. 474, S. 474). Man erzeugt die vorliegende Verschlingung der Fäden, indem man die schwarz ausgezogenen k als Kettenfäden gerade ausspannt und die anderen, als Eintrag- oder Schussfäden, von in Schützen liegenden Spulen abwickeln und mittels der Schützen entsprechend bewegen lässt. Aus der Fig. 662 ist aber zu ersehen, dass auch die Schussfäden s zwischen den Kettenfäden sich verschränken: der vor den Kettenfäden liegende Schussfaden liegt hinter demjenigen, welcher sich jenseits der beiden benachbarten Kettenfäden befindet.

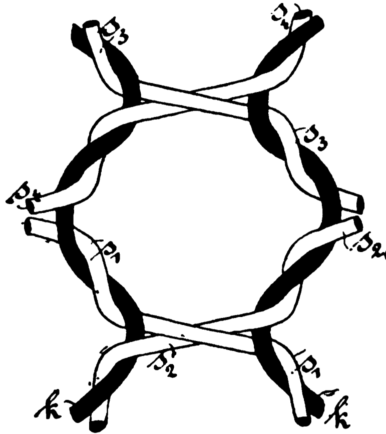


Fig. 662.

Die Spulen-Fäden s_1, s_3 der Fig. 662 haben demnach den kräftig ausgezogenen Weg der Fig. 663, in welcher die dicken Punkte als Querschnitte der Kettenfäden zu betrachten sind, die Fäden s_2 u. s. w. den punktiert gezeichneten Weg zu verfolgen und zwar sind die Wegstücken x,

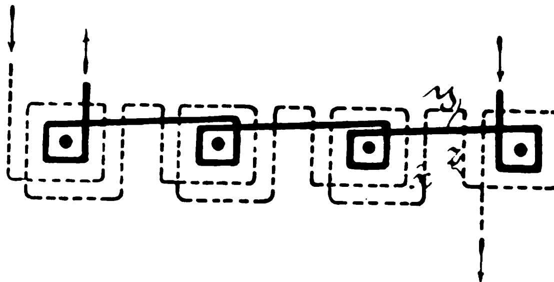


Fig. 663.

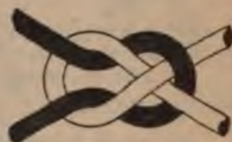
[1]) Zusammenstellung versch. Wechselladen: Mitt. d. Gewerbver. f. Hann. 1875, S. 212 m. Abb.

Fig. 663, früher als die mit y bezeichneten, und diese früher als die Wegstücken z zu durchschreiten. Es werden die Wege erzielt, indem die mit ihren Schützen winkelrecht zur Kettenebene verschobenen Spulen diesseits und jenseits derselben Wechselschützenkasten vorfinden und mittels dieser der Kettenebene entlang geschoben werden. Da die Verschiebung längs der Kettenebene (winkelrecht zu den Kettenfäden) lediglich gegensätzliche zwischen den Schützenkästen unter sich und der Kette sind, so kann sie teilweise durch Verschiebung der letzteren stattfinden.

Behufs Erzielung entsprechender Gleichförmigkeit werden die Kettenfäden durch Fadenführer geleitet und die zuletzt gebildeten Sechsecke von Nadeln eines Nadelstabes gehalten. Ein zweiter Nadelstab liegt dem ersteren gegenüber und tritt abwechselnd mit jenem in Wirksamkeit, indem der eine nach Bildung einer Maschenreihe das Erzeugnis nebst den Kettenfäden um eine Maschenteilung vorwärts bewegt, nunmehr der andere Nadelstab in die neuen Maschen greift, der erstere sich zurückzieht und zu neuem Angriff bereit macht.

Die Tüllmaschine wurde 1809 von Heathcoat erfunden und hat seitdem erhebliche Vervollkommnungen erfahren[1]). Insbesondere ist zu erwähnen, dass man, um ein wechselvolleres Aussehen des Geflechtes herbeizuführen, die Jacquard-Maschine (S. 637) in ihren Dienst gestellt und besondere Musterfäden eingeschaltet hat.

Die Netzstrickmaschinen, oder kurz Netzmaschinen, welche die durch Fig. 664[2]) dargestellte Verschlingung der Fäden der Fischnetze bilden, bearbeiten die Fäden ebenfalls in zwei getrennten Gruppen. Eine der letzteren ist, wie beim Webstuhl und Tüllstuhl, als Kette ausgespannt, die zweite Gruppe auf Spulchen gewickelt, welche durch, mittels Haken gebildete Schleifen der Kettenfäden schlüpfen.[3])


Fig. 664.

d. Der Haken, welcher bei den unter c. erörterten Verfahren als Ergänzung der eigentlichen Bewegungsmittel auftritt, ist das vorherrschende Werkzeug beim Stricken, Wirken und Häkeln. Er unterscheidet sich vom Weberauge (S. 636) in seiner Wirkungsweise nur dadurch, dass er ohne Umstände dem zu behandelnden Faden angelegt und von diesem ebenso leicht gelöst werden kann. Nach Umständen dreht man den Haken auch, um gedrehte Schleifen zu bilden.[4])

Es handelt sich bei den in Frage stehenden Arbeiten um das Hindurchführen von Schlingen durch andere Schlingen; es ist daher nötig,

---

[1]) Prechtl, Technolog. Encyklop. 1830, Bd. 2, S. 497 m. Abb.; 1857, Ergänzungsband 1, S. 515 m. Abb.
D. p. J. 1832, **44**, 99 m. Abb., 340 m. Abb.; 1834, **52**, 328 m. Abb.
Civilingenieur 1884, S. 513 m. Abb.

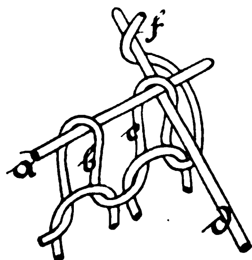
[2]) Diese Figur ersetzt die Fig. 470 auf S. 473. In letzterer ist durch ein Versehen des Zeichners das untere Ende des weissen Fadens unter die Schleife des schwarzen gelegt. Es sei bei dieser Gelegenheit erwähnt, dass durch gleiche Ursache auch Fig. 472 insofern fehlerhaft ist, als das untere, bezw. linksseitige Ende des weissen Fadens über der Schleife des schwarzen Fadens liegen muss.

[3]) D. p. J. 1868, **188**, 376 m. Abb.; 1884, **252**, 198 m. Abb.; 1887, **266**, 354 m. Abb.

[4]) D. p. J. 1868, **188**, 376 m. Abb.

den zu behandelnden Faden unter möglichst geringem Zeitaufwand anzufassen und ebenso wieder loszulassen.

Die Wirkungsweise des Hakens tritt bei Benutzung der Stricknadel deutlich hervor; sie möge an Hand der Fig. 665 erörtert werden. An der Nadel *a* hängen die Endmaschen *b* und *c* des bereits fertigen Gebildes (vergl. S. 477). Man fährt durch die letzte dieser Maschen, durch *c* mit der Spitze einer zweiten Nadel *d* (linke Seite der Figur), ergreift mit der überragenden Spitze derselben den mittels des Zeigefingers der linken Hand — welcher als Fadenführer dient — nach oben gezogenen Faden *f*, biegt ihn durch geschickte Wendung der Nadel *d* zu einer Schleife und zieht diese unter Fortsetzung der Wendung durch die Schleife *c*, so dass die, auf der rechten Seite der Figur dargestellte Lage entsteht. Nun zieht man die Nadel *a* so weit nach links zurück, dass die Schleife *c* von ihr abgleitet, überlässt der neu gebildeten, auf *d* hängenden und dort zunächst verbleibenden Schleife das Festhalten der Schleife *c* und wendet sich behufs Wiederholung des Vorganges mit der Spitze der Nadel *d* zu der Masche oder Schleife *b*.



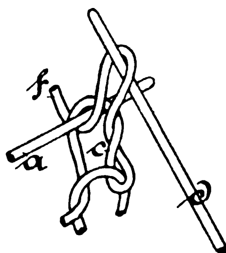


Fig. 665.

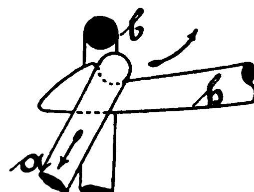


Fig. 666.

Die neuen Schleifen werden auf der Nadel *d* angesammelt und derselben später gerade so abgenommen, wie sie die Schleifen *c*, *b* u. s. w. von *a* ablöste.

Eine Minderung der Maschenzahl wird erreicht, indem man zwei alte Maschen auf eine neue hängt, eine Mehrung derselben durch Einhängen zweier neuer Schleifen in eine alte. Das Gebilde kann verziert werden durch gesetzmässiges Wechseln des Hindurchziehens der neuen Maschen von hinten nach vorn bezw. von vorn nach hinten.

Die Nadeln der Fig. 665 wirken teils durch ihre Reibung an den Fäden, hauptsächlich aber durch ihre Lage, welche im wesentlichen winkelrecht zu der auszuübenden Kraft liegen muss. Diese Lage ist richtig nur unter Vermittlung des Gefühls der Hände zu gewinnen, sie verlangt vielfache Wendungen der Werkzeuge, welche sehr verwickelte Einrichtungen bedingen würden, wenn die Maschenbildung durch mechanische Mittel stattfinden sollte. Die Stricknadeln sind daher nur als Handwerkzeuge gebräuchlich. Günstiger verhält sich die Häkelnadel, Fig. 666.

Die Nadel *h* ist an ihrer Spitze mit einem gerundeten Haken versehen, der um etwas weniger als die Fadendicke über den Schaft der Nadel hervorragt. Während eine ältere Schleife *b* weiter nach rechts auf dem Schaft der Nadel hängt, wird durch entsprechende Führung des Fadens eine neue Schleife *a* hinter den Haken gelegt und nunmehr die alte Schleife *b* über die neue *a* gestreift, wobei wegen Vorhandenseins des Hakens die Nadel verhältnismässig einfache Bewegungen zu machen hat.

Die Häkelnadel findet in beschränktem Masse auch für Maschinen Verwendung, allerdings unter Beigabe eines oder mehrerer anderer

Haken, welche das Hinüberschieben der neuen über die alten Maschen erleichtern.[1])

Weit vollständiger umschliesst die **Hakennadel**, Fig. 667, die erfasste Masche.



Fig. 667.

Die ältere Masche liegt rechts vom Haken auf dem Nadelschaft, der Faden wird rechts vom Haken, links von der älteren Masche, auf den Schaft der Nadel gelegt bezw. um ihn geschlungen, dann nach links unter den Haken geschoben. Nunmehr übt man mittels der **Presse** einen Druck auf die Hakenzunge aus, so dass sich deren Spitze in eine muldenförmige Vertiefung des Schaftes senkt (vergl. die punktiert gezeichneter Lage der Hakenzunge), es wird die alte Masche nach links bis an die Presse über den Haken geschoben, die Presse abgehoben und nunmehr das Verschieben der alten Masche nach links fortgesetzt, bis sie von der Nadel fällt.

Die Verschiebungen der Maschen längs den Nadelschäften können durch hakenförmige Plättchen (**Platinen**), welche zwischen je zwei Nadeln liegen, stattfinden. Letztere haben sodann auch die Aufgabe — mittels einer zu den Nadelschäften winkelrechten Bewegung — den neuen Schleifen eine bestimmte Länge zu geben. Sie können ferner durch einfache bewegte Plättchen, feste oder bewegliche Kämme und Verschiebung der Nadeln in deren Längsrichtung hervorgebracht werden.

Um die **Presse** bezw. das Niederdrücken der Hakenspitzen mittels derselben zu ersparen, wird auch wohl ein in eine Furche des Nadelschaftes greifender besonderer Haken zum Überwerfen der alten Masche benutzt.

Mit der Hakennadel ist, seit 1858, die von **Townsend** erfundene **Zungennadel**, Fig. 668, in Wettbewerb getreten.

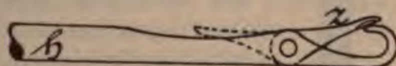


Fig. 668.

h bezeichnet die eigentliche Nadel, welche an ihrem rechts liegenden Ende mit einem kräftigen, ein wenig überragenden Haken versehen und mit der um einen Bolzen leicht drehbaren Zunge *z* verbunden ist. Die Spitze der Zunge hat eine löffelförmige Gestalt, vermöge welcher sie die Hakenspitze gut überdeckt, sobald sie in die ausgezogen gezeichnete Lage gebracht wird.

Die alte Masche hängt nun in einiger Entfernung vom Haken auf dem Nadelschaft; die Zunge *z* ist in ihre punktiert gezeichnete Lage zurückgeklappt und eine neue Schleife in den offenen Haken gelegt; dann schiebt man die alte Masche nach rechts. Sie trifft auf ihrem Wege den Rücken der Zunge, hebt dieselbe und legt sie auf die Spitze des Hakens, so dass die alte Masche nunmehr über diesen bezw. die neue Schleife anstandslos hinweg zu gleiten im stande ist. Die letztere wird nunmehr nach links, an den Ort verschoben, welchen die ältere vorher einnahm, und legt dabei selbstthätig die Zunge um.

Obgleich die Maschen die Zungennadel selbstthätig öffnen oder schliessen, wie oben näher angegeben wurde, so hält man doch meistens für gut, durch

[1]) Mitt. d. Gewerbver. f. Hannover 1871, S. 26 m. Abb.
D. p. J. 1878, 229, 7 m. Abb.

Vorbeiführen eines hakenförmigen Gerätes das Zurückklappen der Zunge zu sichern.

Gleichzeitig mit der Zungennadel tauchte die Röhrennadel, Fig. 669, auf. Bei ihr bewirkt ein in dem röhrenförmigen Schaft der Nadel ver-

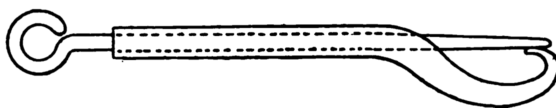


Fig. 669.

schiebbarer Stift den Schluss des Hakens, bezw. die Überdeckung seiner Spitze.

Wood's Strickmaschinennadel, Fig. 670, verzichtet auf die Beihilfe der Maschen für das Umlegen der Zunge.



Fig. 670.

Der Nadelschaft *h* wird in seiner Längenrichtung verschoben; in der Spitze desselben ist die doppeltarmige Zunge *zs* um einen Stift drehbar gelagert. Bei dem Hinausschieben stösst nun die Spitze *s* gegen eine feste Leiste und veranlasst hierdurch das Öffnen, auf dem Rückwege der Nadel *h* trifft *s* einen anderen Widerstand und bewirkt deshalb das Schliessen des Hakens.

Wie ohne weiteres aus dem Gesagten hervorgeht, spart die Zungennadel wie die Röhrennadel (welche nur für gröbere Fäden brauchbar sein dürfte) die Presse und vereinfacht dadurch die Maschine. Dem gegenüber zeichnet sich jedoch, namentlich für kleinere Abmessungen, die Hakennadel durch grössere Dauerhaftigkeit aus. Beide Nadel- bezw. Hakenarten sind daher nebeneinander berechtigt.

Bisher war nur von der Verarbeitung eines einzigen Fadens die Rede, wie es bei dem Handstricken stattfindet.

Man kann nun mittels der beschriebenen Haken auch mehrere Fäden, insbesondere ebenso viele, wie Nadeln vorhanden sind, zu einem dem gestrickten ähnlich sich verhaltenden Gebilde vereinigen. Man nennt dieses Kettenware, obgleich die einzelnen Fäden, angesichts des Mangels der Eintrags-, oder Schussfäden keineswegs die Rolle der früher mit Ketten bezeichneten Fäden haben.

Behufs Kennzeichnung des betreffenden Verfahrens wie entstehenden Gebildes füge ich hier die Fig. 671 an, welche eine sehr einfache Kettenware darstellt. Einer der Fäden ist schwarz ausgezogen, ein anderer leicht gestrichelt u. s. w.

---

[1]) D. p. J. 1887, 268, 76 m. Abb.

Die unteren Maschen der Figur mögen die zuletzt erzeugten sein; sie hängen an winkelrecht zur Bildfläche stehenden Nadeln und von jeder Masche geht ein Faden aus, der durch das Öhr oder Auge eines Fadenführers gesteckt und in einiger Entfernung irgendwie aufgewickelt ist. Der Führer des schwarzen Fadens steigt alsdann zwischen seiner und der rechts benachbarten Nadel empor, bewegt sich dann um eine Nadelteilung nach rechts, dann nach unten und hierauf nach links in seine alte Stellung. Er hat dabei den Faden um die Nadel geschlungen, welche rechts neben derjenigen liegt, auf welcher die schwarze Masche hängt. Die übrigen Fäden wurden gerade so bewegt, also sämtliche Nadeln mit neuen Schleifen versehen, über welche alsdann die alten geschoben werden. Die Fadenführer steigen wieder empor, bewegen sich dann nach links, nach unten und nach rechts in ihre alte Stellung u. s. w. u. s. w.



Fig. 671.

Statt der beschriebenen Fadenführerbewegung kann dieselbe sich in wagerechter Richtung über mehrere Nadelteilungen erstrecken, oder auch um eine und dieselbe Nadel stattfinden (wobei die in Fig. 483, S. 478 dargestellte Verschlingung, d. h. unter jeder Nadel ein schmaler Streifen entsteht) und zwar in wechselnder Art, so dass reichliche Gelegenheit zur Erzeugung von Verzierungen geboten ist. Selbstverständlich kann man zu gleichem Zweck auch verschieden gefärbte oder verschieden dicke Fäden anwenden.

Ausführliches über die unter d. angeführten Bewegungsmittel und zugehörige Maschinen findet man in den Quellen [1]) angegeben.

D. Ordnen der Flachgebilde.

a. Das Lenken eines Fadens ist, weil derselbe nach allen Richtungen hin sich biegen lässt, mittels eines Fadenführers ohne Umstände zu bewirken. Das Flachgebilde ist nur in einer Richtung ähnlich biegsam; eine Biegung winkelrecht zu dieser erfordert so erhebliche gegensätzliche Verschiebungen seiner Teile, dass sie nur in geringem Grade durchgeführt werden kann. Man würde, wenn man ein bandartiges Gebilde in seiner Breitenrichtung behufs des Lenkens in ähnlichem Sinne, wenn auch nicht in dem Grade durchbiegen wollte, wie der Fadenführer den Faden biegt, den entsprechenden Druck auf den Rand des Bandes ausüben müssen, wodurch dieser — an der Druckfläche gleitend — nicht allein beschädigt werden, sondern auch die Gefahr entstehen würde, das Band in seiner Breitenrichtung zu falten. Die vorliegende Führungsweise kommt

---

[1]) G. Willkomm: Technolog. d. Wirkerei, 1. Teil, Leipzig 1875; 2. Teil, Leipzig 1878, m. sehr gut. Abb.

D. p. J. 1879, **231**, 129 m. Abb., 323 m. Abb., **232**, 120 m. Abb., 510, **233**, 197, **234**, 452; 1880, **235**, 106 m. Abb., **236**, 114, **237**, 216, **238**, 300; 1881, **239**, 31, **240**, 185 m. Abb., **242**, 195 m. Abb.; 1882, **243**, 296 m. Abb., **244**, 125 m. Abb., **245**, 152 m. Abb., **246**, 216 m. Abb.; 1883, **247**, 361 m. Abb., **249**, 111 m. Abb.; 1884, **251**, 257 m. Abb., 306 m. Abb., **253**, 144 m. Abb.; 1885, **255**, 98 m. Abb., **258** 10 m. Abb.; 1886, **260**, 204 m. Abb.; 1887, **263**, 5 m. Abb., **266**, 1 m. Abb.

daher für Flachgebilde nur ausnahmsweise (z. B. für Treibriemen) oder ergänzungsweise in Anwendung.

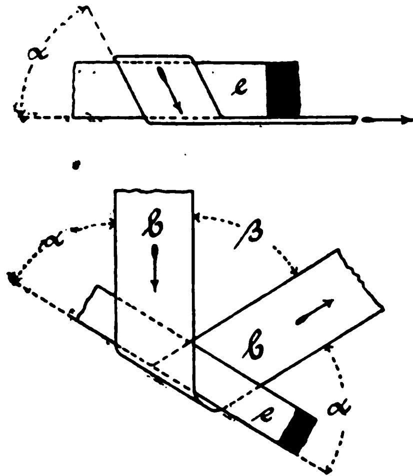


Fig. 672 u. 673.

Ein Band *b*, Fig. 672 und 673, welches unter dem Winkel α über die Kante eines rechteckigen Stabes *e* geführt wird, gleitet unter gleichem Winkel an der zweiten Seite des Stabes entlang und trifft sonach die zweite Kante abermals unter dem Winkel α, u. s. f. Lenkt man das Band auch um diese, so dass seine Bewegungsebene der ursprünglichen gleichlaufend wird, so schliessen die Bewegungsrichtungen in diesen Ebenen (Fig. 673) den $\angle\beta = 180° - 2\alpha$ ein.

Das enthält in sich ein Mittel, um ein Band in beliebigem Winkel von seiner Bewegungsrichtung abzulenken.

Man benutzt dasselbe zum Lenken der Bänder bei Wergkrempeln und Doppel- bezw. Streckmaschinen, meistens in der Weise, dass $\beta = 90°$ (oder auch 270°), also $\alpha = 45°$ wird. Es kommt dasselbe auch bei Führung der Gewebe und des Papiers zur Anwendung. Es eignet sich vortrefflich, um sowohl aus verschiedenen Richtungen ankommende Bänder in eine gemeinsame Bewegungsrichtung überzuleiten, als auch in gemeinsamer Richtung ankommende Bänder

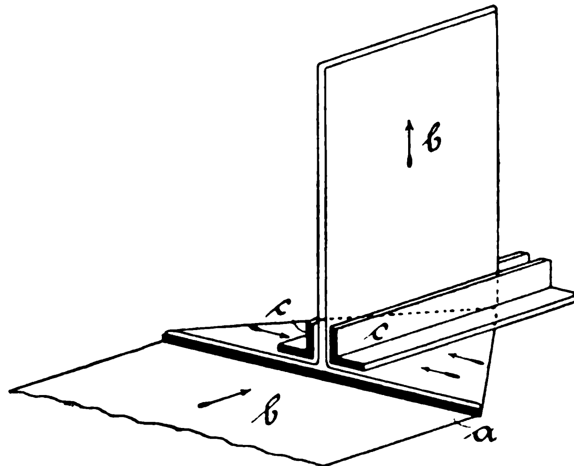


Fig. 674.

nach verschiedenen Richtungen abzulenken. Die Natur der Bänder muss allerdings derartig sein, dass letztere durch die Reibung an dem Führungsstab nicht leiden.

Es dient das vorliegende Lenkungsverfahren auch zum Falten eines Bandes, eines Gewebes in dessen Längenrichtung[1]). Fig. 674 versinnlicht den Vorgang durch ein Schaubild. Das Band *b* bewegt sich unter einer in geeigneter Weise festgehaltenen dreieckigen Platte *a* hindurch, deren Spitzenwinkel 90° beträgt, wird über die Kanten der Platte gelenkt, so dass eine Hälfte des Gewebes von links, die andere Hälfte desselben von rechts her winkelrecht zur ursprünglichen Bewegungsrichtung sich bewegt. Über der Mitte des Gewebes liegen zwei Führungskanten *c*, welche dasselbe in gefaltetem Zustande nach oben abliefern.

Führt man ein Band *b*, Fig. 675, über eine Walze *w*, welche um ihre zur Bewegungsrichtung des Bandes geneigte Achse kreist, so findet

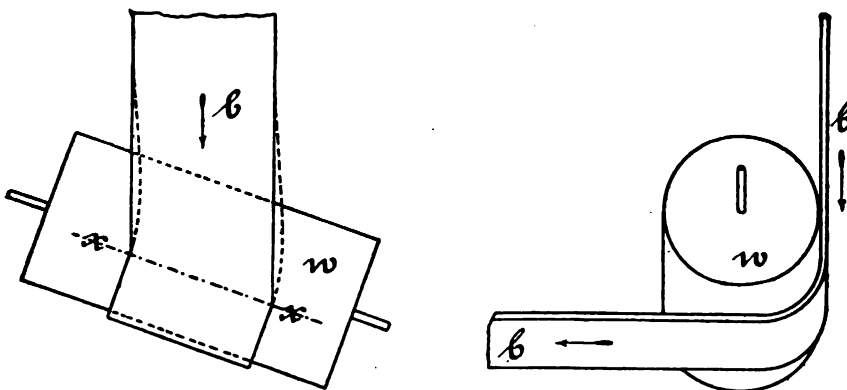


Fig. 675.

eine ähnliche Ablenkung statt, wie bei dem Aufwickeln eines Fadens (S. 626). In der Linie *xx* möge die Reibung zwischen Band und Walzenfläche gross genug geworden sein, um ein seitliches Gleiten desselben zu verhüten, so bewegt jeder Punkt dieses Bandes von *xx* ab, bis nahe zu der Stelle, an welcher es die Walze verlässt, sich mit dem Walzenumfang, also in einer Ebene, welche winkelrecht zur Walzenachse liegt. In Wirklichkeit ist die Reibung des Bandes auf der Walze schon vor der Linie *xx* bestrebt, ersteres in die Bewegungsrichtung der Walzenoberfläche hinüber zu ziehen. Dem gegenüber sucht die Steifigkeit des Bandes den auflaufenden Teil desselben in bezug auf die Figur nach rechts zu biegen (etwa nach Art der punktierten Linien), so dass sich beide Bestrebungen im wesentlichen aufheben dürften.

Die in Rede stehenden Umstände sind jedoch nicht in allen Fällen zu vernachlässigen.

Wenn z. B. das Band *b* die Walze *w* längs eines Halkkreises umspannt, so würde man ohne weiteres zu der Auffassung kommen, dasselbe werde genau der Linie *xx* gegenüber los gelassen, seine Ablaufstelle der Auflaufstelle genau gegenüber liegen, d. h. eine seitliche Lenkung nur vorübergehend stattfinden. Es ist nun aber die Reibung an der Auflaufstelle kleiner als an der Ablaufstelle, an letzterer zur ruhen-

---

[1]) D. p. J. 1888, 267, 243 m. Abb.

den geworden, weshalb das Band später los gelassen wird, somit die schliesslich übrig bleibende Ablenkung nach derjenigen Seite hin stattfindet, an welcher der stumpfe Winkel zwischen Bandweg und Walzenachse liegt.

Bei sehr grosser Bandgeschwindigkeit kann auch die Schleuderkraft eine erhebliche Rolle spielen; sie mag hier, da so grosse Geschwindigkeiten für die vorliegenden Zwecke nicht vorkommen, unbeachtet bleiben.

Die grösste Ablenkung nach der Seite, an welcher der spitze Winkel zwischen Bandlaufrichtung und Walzenachse liegt, wird erreicht, wenn das Band die Walze längs eines Viertelkreises umfasst.

Die soeben erörterte Beeinflussung der Bewegungsrichtung eines Bandes durch die Schräglage der Walze, über bezw. auf welche es gerollt wird, führt manche Schwierigkeiten beim Aufwickeln wie dem Fortführen der Flachgebilde herbei; sie verlangt im allgemeinen grösste Genauigkeit in der Lagerung der Walzen oder Wickelkörper, so dass ihre Drehachse genau rechtwinklig zur Auflaufrichtung liegt. Sie enthält aber auch die Mittel zur Lenkung des Bandes.

Man wird niemals daran denken, die Walzenachse ähnlich schräg gegen die Auflaufrichtung des Bandes zu legen, wie in Fig. 675 gezeichnet ist, weil wohl kein Band eine so starke Biegung, wie diese Figur darstellt, verträgt; es sind die Verhältnisse lediglich deshalb so schroff gewählt, um die einzelnen Umstände offener hervortreten zu lassen. Die kleinste Abweichung von der winkelrechten Lage der Walzenachse zur Auflaufrichtung hat die gleichen Wirkungen auf den Lauf des Bandes, selbstverständlich nicht dem Mass, wohl aber dem Sinn nach.

Bemerkt man nun eine unbeabsichtigte Ablenkung des Flachgebildes, so ist lediglich nötig, die Lagerung der Leitwalze in dem entsprechenden Sinne und Grade zu ändern, um den verlangten Lauf herbeizuführen.

Das kann selbstthätig stattfinden[1]), indem der eine oder andere Rand des Bandes durch Änderung seiner Lage ein Plättchen oder dergl. zurückdrängt, welches die Einschaltung eines Betriebes zur Verschiebung der Walzenzapfenlager bewirkt.

In hübscherer Weise hat Birch die Aufgabe gelöst[2]). Das zu lenkende Band *b*, Fig. 676, wird zwischen zwei Walzen *w* und einer Leiste *l* hindurch-

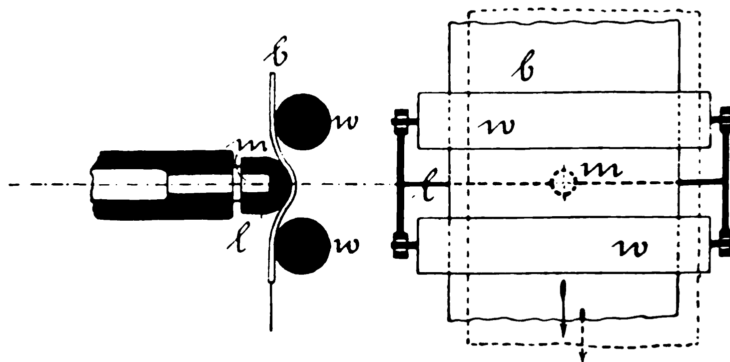


Fig. 676.

geführt; statt der Leiste *l* würde nach Umständen eine dritte Walze eingeschaltet werden können. Die Walzen *w* sind in einem Rahmen gelagert, mit welchem

[1]) Hofmann, Papierfabr., Berlin 1875, S. 253 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1880, 236, 378 m. Abb.

...ttelkra...
sich empf...
näher der Ein...
S. 77) des Lenk...
Das vorstehend be...
Ausbreiten des Gewebe...
...ten des Gewebes...
...lzen nach aussen
...lenkt, wodurch
...rächtliche Quersp...
Es genügt in
...ndränder allein,
...it Vorliebe besetz...
...Ränder eindringen
Fig. 677 stellt
Breithalters[2]), we...

...dung steht; letzte...
...der Rahmen ne...
...l der Widerstände, ...
so senkt sich die rech...
erhalten eine dementspr...
des Bandes b und lenke...
...de durch die Achse d...
...cht mitten zwischen die...
des Bandes b zu legen, ...
mindern.

...Lenkverfahren finde...
...Papierbandes oder dergl. durch...
...also die eine nach links, die and...
...ige Längsfalten beseitigt, nach U...
...hervorgebracht wird.
...Fällen zu dem Zwecke das Hinauss...
...dass also nur kurze Walzen anzuwend...
alsdann die Walzen mit Nadeln, welc...
Jedes Gleiten hindern.
...hierher gehöriges Beispiel einen Teil des Math...
bestimmt ist, in unmittelbarer Nähe der Eintra...



Fig. 677.



Fig. 678.

der Schussfäden das Gewebe so in die Breite zu spannen, dass die Kettenfäden seitens der Eintragfäden eine gewisse Durchbiegung erfahren.

Auf einen Bolzen g, welcher gleichlaufend zur Eintragsrichtung liegt, sind Stücke c gesteckt, auf deren kurzen Zapfen Nadelrädchen f sich frei zu drehen vermögen. Führt man nun den Geweberand längs eines Bogens unter dem Nadelrädchen hindurch, so erfolgt eine entsprechende Verschiebung des ersteren nach der Seite hin, an welcher der auflaufende Geweberand mit der Drehachse des Rädchens f einen spitzen Winkel einschliesst. Am anderen Rande des Gewebes ist die gleiche Einrichtung in entgegengesetzter Lage angebracht. Der Grad der Breitenspannung lässt sich regeln durch andere Stellung des Bolzens g bezw. der Schrägstücke c: verschiebt sich das Gewebe gleichlaufend mit der Bildfläche der Fig. 677, so findet die grösste Seitwärtsbewegung statt, verschiebt es sich dagegen winkelrecht zu dieser Richtung, so ist die schliesslich übrig bleibende Seitwärtsbewegung gleich Null. Demnach bedarf es für die Regelung der Breitenspannung nur des Drehens des Bolzens g nebst S... stücken c um die Achse des ersteren. Fig. 678 deutet an, wie man...

[1]) D. p. J. 1849, **114**, 252 m. Abb.
[2]) Mitt. d. Gewerbver. f. Hannover 1878, S. 808 ...

rädchen f gegenüber einer Mulde a so lagert, dass die Nadeln zum Eindringen in die Gewebränder gezwungen werden.

Die gleiche Wirkung lässt sich erzielen, indem man die Nadeln in der Richtung der Eintragfäden verschiebt.

Bei Thumb's Breithalter oder Spannstab sind um einen festen Bolzen fassdaubenartige Stäbchen gelegt, auf welchen sich Nadeln befinden. Der Bolzen ist mit einer schräg gegen seine Achse gerichteten, ringsum laufenden Leiste versehen, welche in Kerben der Stäbchen greift und diese verschiebt.

Diese Vorrichtung spannt, ebenso wie Mathis' Breithalter, nur vorübergehend. Soll das Gewebe während längerer Zeit in gespanntem Zustande erhalten werden (z. B. während des Trocknens), ohne die Stetigkeit der Gewebebewegung zu beeinträchtigen, so befestigt man die Nadeln an in Nuten geführten endlosen Ketten [1]). An der Einlaufstelle haben die Ketten eine geringere Entfernung; dieselbe nimmt wegen der entsprechend gerichteten Führungsnuten in regelbarer Weise bis zu einem gewissen Grade zu und bleibt dann während eines langen Weges unverändert oder verringert sich, dem Schwinden des Gewebes nachgebend.

Gewebstücke, Papier u. dergl., welche längere Zeit gespannt erhalten werden sollen, werden auch wohl in festen Rahmen auf Nadeln [2]) oder zwischen Klemmen [3]) ausgespannt, oder wie bei dem Zeichenpapier aufgeklebt bezw. festgestiftet.

Handelt es sich lediglich um die Beseitigung zufälliger Falten, bezw. um Erzeugung einer geringen Spannung, so erfasst man das Flachgebilde nachgiebig.

Es sei Birch's Ausbreitmaschine, Fig. 679, erwähnt. [4]) Die Bewegungsrichtung des Gewebes b ist senkrecht zur Bildfläche. 4 Walzenpaare a sind mit

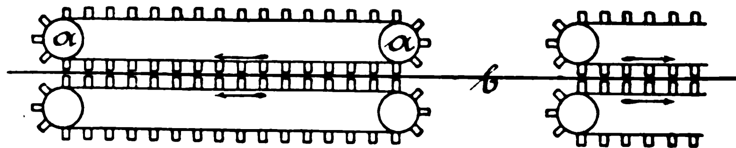


Fig. 679.

endlosen Bändern versehen, auf denen Klötzchen sich befinden, die durch die Walzen a über das Gewebe in der Pfeilrichtung verschoben werden, so alle Falten ausstreichend.

---

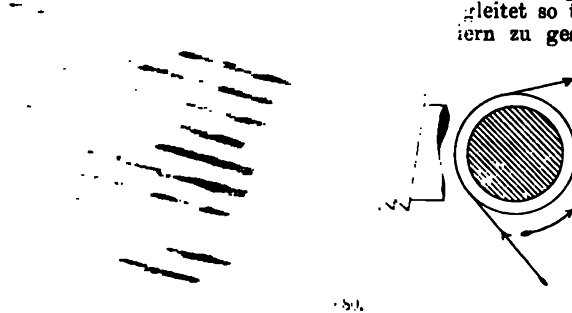
1) D. p. J. 1832, **44**, 328 m. Abb.; 1869, **191**, 359 m. Abb.; 1873, **209**, 408 m. Abb.; 1884, **251**, 110 m. Abb.; 1887, **264**, 322 m. Abb.
Prakt. Masch.-Constr. 1879, S. 440 m. Abb.
Z. d. V. d. I. 1886, S. 241 m. Abb.

2) D. p. J. 1822, **8**, 257 m. Abb.
Prechtl, Techn. Encykl. 1853, Bd. 19, S. 187 m. Abb.
D. p. J. 1885, **258**, 113 m. Abb.

3) D. p. J. 1876, **222**, 32 m. Abb.; 1882, **245**, 140 m. Abb.
Für Papier: Mechanics' Magazine 1836, Bd. 25, S. 281 m. Abb.
D. p. J. 1886, **236**, 375 m. Abb. Prakt. Masch.-Constr. 1882, S. 291 m. Abb.

4) D. p. J. 1880, **236**, 377 m. Abb.

·alze, Fig. 680. Dieselbe
gleitet so über die schräg-
iern zu geschoben werden.



·59.

u stande, den Grad des Ausstreichens zu
che Regelung, so genügt eine mit Schräg-

achgebilde findet unter Berücksichtigung
m so einfacher Weise statt, dass eine Er-
rscheint. Wegen der
(vergl. S. 627) sind
iger Aufwicklungsge-
as durch Fig. 645 ver-
anwenden will, mehr
e Antriebsvorrichtungen
besondere bei Maschinen-
dung kommen.[1])
ehr häufig statt des Wickelns
et. Fig. 681 stellt eine hier-
ung dar. Das Gewebe *g* fällt
en, bewegt sich zwischen zwei
Walzen *b* fort und wird hier-
dem Ausschlage der Walzen *b*,
. weniger breite Falten gelegt.
s Trocknens hängt man oft die
infach auf, und zwar entweder mit-
oder mittels selbstthätiger Maschinen,
nten Aufhängemaschinen.
tere, für Trocknenhäuser oder Trocknen-
nmte Maschine[2]) hängt die zu einem sehr
nde vereinigten und auf eine Walze ge-
Gewebe über feste, entsprechend hoch an-
Stäbe. Der Wickel ruht mit seinen Zapfen
quer über die verschiedenen Stäbe zu bewegen-
gen. Das Gewebe wird auf einer Querleiste fest geklemmt und nun
i von demselben abgewickelt, als in einer nach unten hängenden

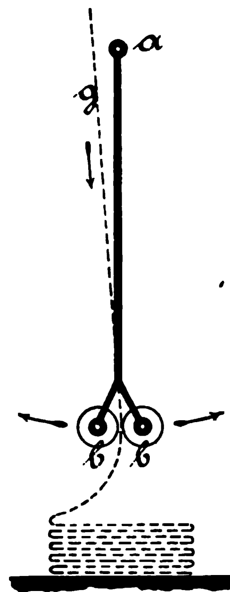


Fig. 681.

Civilingenieur 1877, Bd. 23, S. 145 m. Abb.
Prechtl, Techn. Encykl. 1830, Bd. 1, S. 354 m. Abb.
D. p. J. 1825, 16, 474 m. Abb.; 1839, 71, 456 m. Abb.; ·8, 20
b. (sämtliche Quellen enthalten dasselbe).

Schleife Raum findet. Nunmehr wird erstere Klemmung als überflüssig aufgehoben, auf den folgenden Querstab verlegt und über diesen eine entsprechende Länge des Gewebes hinabgelassen u. s. f. Nach stattgefundenem Trocknen macht der Wagen den entgegengesetzten Weg und wickelt dabei das Gewebe wieder auf.

Eine neuerdings, namentlich für Tapeten u. dergl. allgemeiner in Aufnahme gekommene Aufhängemaschine eignet sich besser für stetigen Betrieb[1]). Fig. 682 stellt die Aufhängevorrichtung in senkrechtem Schnitt dar. Eine Leitwalze

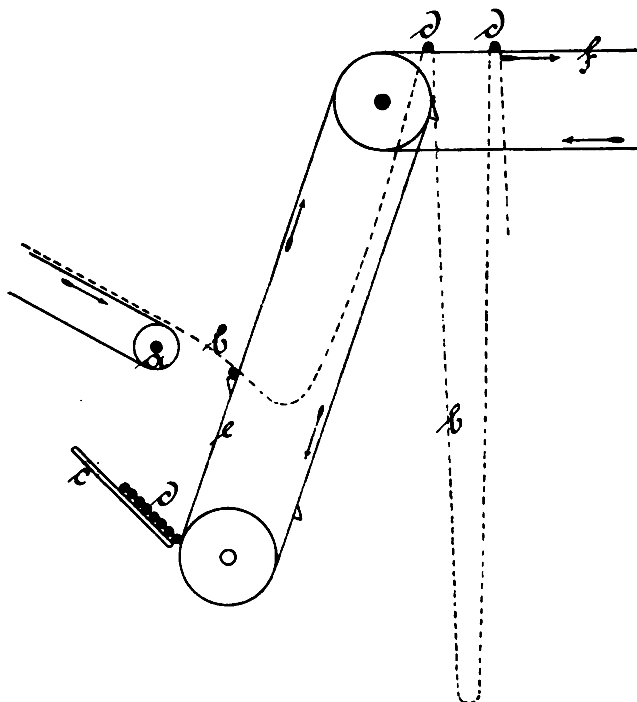


Fig. 682.

(nach Umständen in Verbindung mit einem Leittuche) führt das Aufzuhängende heran und lässt es nach rechts mit gleichförmiger Geschwindigkeit abfallen. Gegen zwei schrägliegende Schienen *c* sind Knüppel *d* gelegt, welche anderseits durch die endlosen sich bewegenden Bänder *e* gestützt werden. Auf diesen Bändern sind in bestimmten Entfernungen Nasen angebracht, die den untersten der Knüppel *d* mit nach oben nehmen, sobald sie gegen denselben treffen. Dieser Knüppel legt sich nun unter das abrollende Band *b* und bildet dieses allmählich zu einer Schleife aus. Oben schieben die Bänder *e* den Knüppel *d* auf zwei langsam sich bewegende endlose Ketten *f*, welche nunmehr das schleifenförmig aufgehängte Band langsam durch den Trockenraum fördern.

[1]) Exner, Buntpapierindustrie, Weimar 1869, S. 292 m. Abb.

5. Zuteilen, Speisen, Austragen.

A. Zuteilen bezw. Speisen.

a. Einzelkörper irgend welcher Gestalt nähert man den Werkzeugen ittels der Hand, vielleicht unter Benutzung einer stützenden Fläche, er befestigt sie auf Schlitten, Wagen, Karren, um mit Hilfe dieser e erforderlichen Verschiebungen durchzuführen. Es werden auch in eicher Weise die Werkzeuge den festliegenden Werkstücken gegenüber wegt oder beide, Werkzeuge und Werkstücke, teilen sich in die be- effenden gegensätzlichen Bewegungen.

Längere Einzelkörper, deren Querschnitte im wesentlichen überall eich sind, bewegt man sehr häufig mittels Walzen gegen die Werkzeuge.

Regelmässig liegen die Walzen paarweise einander gegenüber (S. 562, Fig. 553); Reibung ihrer Oberfläche an dem fortzuschiebenden Werkstück muss sodann Bewegungswiderstände überwinden. Hierfür genügt zuweilen die Reibung er Walze, so dass auf den Antrieb der zweiten Walze verzichtet werden nn, diese mitgeschleift wird.

Anderseits ist zuweilen nötig, zwei Walzenpaare (oder gar mehrere der- ben) anzuwenden. Hierzu führen Rücksichten auf die Schonung der Werk- cksoberflächen (S. 563), während, wenn solche Rücksichten nicht vorliegen, Walzenoberflächen gerauht, mit pyramidenförmigen Erhöhungen oder gleich- ifend zu den Walzenachsen liegenden Rippen versehen werden.

Nur in besonderen Fällen gelingt die erforderliche Verschiebung mittels er Walze und einer ihr gegenüber liegenden festen Fläche (S. 331 u. 563).

Endlose Bänder werden über zwei einander gleichlaufend gelagerte Walzen legt und durch letztere bewegt, so dass sie das Fortzubewegende, welches rmöge seines Gewichtes auf ihnen Reibung erzeugt, den Werkzeugen entgegen- ren. In anderen Fällen legt man das Werkstück zwischen zwei in angegebener t angeordnete endlose Bänder (Führungsbänder), so dass nunmehr durch n Druck derselben die Reibung entsprechend gesteigert werden kann.

Das Mass des Zuteilens wird durch die Geschwindigkeit des Be- egungsmittels geregelt.

b. Kurze Einzelkörper, welche unter sich gleicher Gestalt und Grösse nd, werden von dem Vorrat einzeln abgehoben und in bestimmten Zeit- schnitten zugeteilt. Es lässt sich der rgang vergleichen mit dem bei Farb- lzraspeln, Schnitzelmaschinen u. s. w. 389) auftretenden: nachdem ein Span stimmter Dicke abgehoben ist, nähern h Werkzeug und Werkstück um diese andicke und veranlassen die Bildung es ferneren eben solchen Spans. Der rliegende Fall unterscheidet sich von m angezogenen nur dadurch, dass die n Spänen zu vergleichenden Einzelkör- r nicht zusammenhängen, nicht abge- nitten, sondern nur fortbewegt zu wer- n brauchen, wobei verhütet werden muss, dass ein ferneres Stück mit- nommen wird.



Fig. 683.

Der Vorgang ist leicht erkenntlich an dem Fahrkartenbehälter, . 683. In einem senkrechten Schacht sind die Fahrkarten k aufgehäuft.

Die unterste der Karten bildet den Boden des sonst offenen Schachtes, zu welchem Zwecke sich dieselbe auf zwei vorstehende Leisten stützt. Der untere Rand der Schacht-Vorderwand springt um eine Kartendicke zurück, so dass nicht schwer ist, mittels eines Fingers die untere Karte heraus zu schieben, während schon der nächst höheren der Austritt verwehrt wird.

Bei Münzpräg- und Blechnagelmaschinen[1]), Kistennagelmaschinen[2]) besorgt ein Stift bezw. metallner Finger das Hinausschieben der unteren Platte, bezw. der Nagel fällt durch sein eigenes Gewicht ab, sobald ihm solches gestattet wird, bei Einspänmaschinen[3]) wird das zunächst an die Reihe kommende Stück mittels einer Walze hervorbefördert, bei den Maschinen zum Bekleben der Zündholzschachteln mit Aufschriften wird die mit Kleister bestrichene Schachtel unter den Schacht, welcher die Zettel wohl aufgeschichtet enthält, gedrückt und dann wieder nach unten bewegt: sie nimmt dabei den untern Zettel, welcher nur durch kurze, blattförmige Vorsprünge getragen wurde, mit sich. Hierher gehört auch das Zuteilen der Knüppel bei der S. 652 beschriebenen Aufhängemaschine.

Kaiser's Nadelabplattmaschine[4]) benutzt zum Zuteilen der Nadeln eine den Vorratstrichter unten abschliessende, langsam kreisende Walze, welche mit je für eine Nadel passenden Rillen versehen ist. Sobald nun die betreffende Rille den untern Trichterrand an der Austrittsseite unterschritten hat, fällt eine Nadel heraus.

c. Sammelkörper und Flüssigkeiten teilt man womöglich in stetigem Strom zu. Es können die hierher gehörigen Einrichtungen unterschieden werden in solche, bei denen das Gewicht des zuzuteilenden Stoffes die Bewegung desselben veranlasst, so dass anderseits nur eine Regelung vorzunehmen ist, und in solche, bei welchen auch die Bewegung künstlich hervorgebracht werden muss.

α. Einrichtungen zur Regelung des gegebenen Stromes. Bei sehr flüssigen Stoffen regeln Ventile, Hähne, Drosselklappen den Querschnitt des Stromes, dessen Geschwindigkeit im wesentlichen unverändert bleibt. In besonderen Fällen ordnet man Zwischenbehälter an, um die Druckhöhe, unter welcher der Ausfluss stattfindet, unveränderlich zu erhalten.

Der Zufluss sehr kleiner Mengen lässt sich auf diesem Wege nicht regeln, weil die entsprechend kleinen Durchflussquerschnitte sich zu leicht verstopfen. Für diese dient vielfach der Docht und die Nadelröhre.

Diejenige Benutzungsweise des Dochtes, bei welcher die Haarröhrchen-Kraft alle Teile desselben mit Flüssigkeit durchsetzt und irgend ein Mittel letztere an einer Stelle abstreift, gehört unter b.; sie sei hier nur erwähnt.

Der nach unten führende Docht ähnelt in seiner Wirksamkeit dem Heber; er führt die Flüssigkeit aus einem höher belegenen Gefäss über den Rand des letzteren so nach unten, dass auch ohne Abstreifen derselben die Zuteilung, und zwar tropfenweise, stattfindet. Die Menge der übergeführten Flüssigkeit nimmt (etwa) zu mit der Wurzel aus dem senkrechten Abstand zwischen dem Flüssigkeitsspiegel und dem unteren Dochtende, hängt ausserdem vom Dochtquerschnitt und seiner Lockerheit, sowie von der Eigenart der Flüssigkeit ab.

Kehrt man ein mit Flüssigkeit gefülltes Gefäss geschickt genug mit dem Boden nach oben, so dass die Luft nicht zwischen den Boden und die Füllung gelangen kann, so hindert der Luftdruck das Ausfliessen der letzteren, bezw.

---

[1]) D. p. J. 1874, **213**, 381 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1884, **251**, 252 m. Abb.
[3]) D. p. J. 1885, **256**, 387 m. Abb.
[4]) Prakt. Masch.-Constr. 1874, S. 30 m. Abb.

gestattet dasselbe in dem Grade, wie Luft an den fraglichen Ort gelassen wird. Dieser Umstand wird vielfach zur Erhaltung einer bestimmten Höhenlage des Flüssigkeitsspiegels (in Lampen u. dergl.) benutzt. Enghalsige, unten auf eine sich verschiebende Fläche sich stützende Flaschen entleeren sich allmählich, indem infolge der auftretenden Erschütterungen von Zeit zu Zeit ein Luftbläschen Eintritt erhält. Behufs besserer Regelung des Ausflusses steckt man einen Stift in den Hals des Gefässes, welcher einerseits den Querschnitt desselben verengt, anderseits durch seine Bewegungen das Emporsteigen der Luftblasen fördert. Solche Nadelschmiergläser sind zum Schmieren der Wellzapfen beliebt.

Die Strömung der Sammelkörper regelt man durch Aufstauen an der Ausflussöffnung bezw. Mässigung der selbstthätig auftretenden Aufstauung. Mehrfach ist darauf hingewiesen worden, dass Gegenstände, welche unter Einfluss einer Kraft ihren Ort in bestimmter Richtung zu verändern suchen, hieran aber durch die Reibung verhindert werden, sich auch in dieser Richtung verschieben, sobald sie in irgend einer anderen Richtung gewaltsam verschoben werden (S. 148). So mindert sich auch der Böschungswinkel aufgehäufter Sammelkörper, wenn man in dem Haufen irgend eine gegensätzliche Verschiebung hervorbringt. Legt man unter eine unten offene Röhre in einigem Abstand eine Platte und wirft in die erstere eine grössere Menge der Sammelkörper, so dringen diese zunächst nur so weit unter dem Rande der Röhre hervor, als der Böschungswinkel gestattet. Verschiebt man nunmehr die Platte, vielleicht hin und her, so breiten sich die Sammelkörper aus und fallen nach Umständen über den Rand der Platte hinab.

Hierauf beruht die Wirkungsweise des Rüttelschuhs, Fig. 684. Unter dem offenen Ende des Trichters *t* ist eine an drei Seiten mit Rändern versehene Platte, der Schuh *s*, geneigt aufgehängt. Sowohl der ihn stützende Bolzen *b*

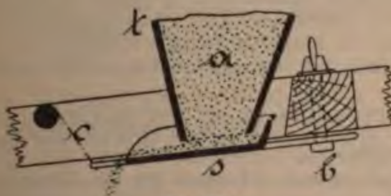


Fig. 684.

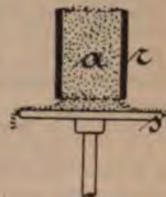


Fig. 685.

als auch die ihn tragenden Bänder *c* gestatten eine drehende Hin- und Herbewegung des Schuhes, ein Rütteln desselben, vermöge wessen die Sammelkörper allmählich weiter rutschen und schliesslich abstürzen. Die Regelung des mittels dieses Rüttelschuhes stattfindenden Zuteilens erfolgt entweder durch Regelung der Rüttelungen oder durch Heben des Schuhes vermöge Anziehens der Tragbänder *c*.

Die von Conty erfundene[1]) Streuscheibe, Fig. 685, bedarf keiner solchen lästigen Erschütterungen wie der Rüttelschuh. Das Zuzuteilende *a* führt die senkrecht einzustellende Röhre *r* heran, während die Scheibe *s* um ihre senkrechte Achse kreist.

Gleich ruhig arbeitet die Speisewalze, Fig. 686. Das untere Ende des die Sammelkörper *a* enthaltenden Trichters *t* ist von einer Walze *w* so verschlossen, dass nichts herausfällt, solange letztere sich in Ruhe befindet. Dreht

---

[1]) D. p. J. 1834, 52, 336 m. Abb.

sie sich aber in der Richtung des eingezeichneten Pfeiles, so fördert sie über sich eine gewisse Menge der Sammelkörper ins Freie, welche durch den Abstand zwischen ihr und dem unteren Rande des Schiebers *s* oder durch die Walzengeschwindigkeit geregelt wird.

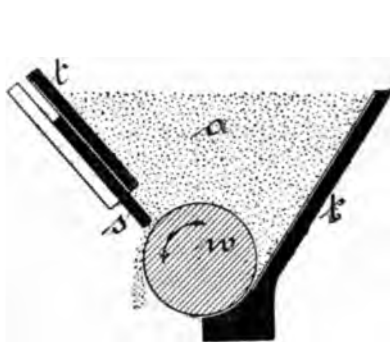


Fig. 686.

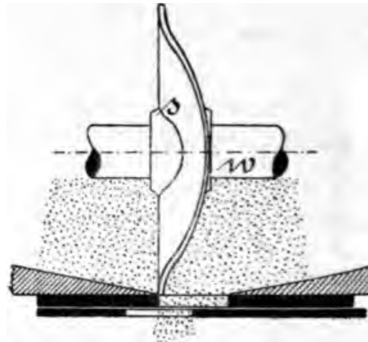


Fig. 687.

Die Speisewalze hat den ihr verwandten Zuteilvorrichtungen gegenüber den Vorteil, dass man die für eine bestimmte Leistung erforderlichen Abmessungen ohne Vorversuche angenähert zu berechnen vermag. Die mit der Walze in Berührung stehenden Sammelkörper haben etwa dieselbe Geschwindigkeit wie der Walzenumfang, am Rande des Schiebers *s* ist die Geschwindigkeit nahezu Null; also beträgt die mittlere Geschwindigkeit des Stromes etwa halb so viel wie die Umfangsgeschwindigkeit der Walze.

Zu der vorliegenden Gruppe der Zuteilungseinrichtungen gehört auch die Reid'sche, Fig. 687.[1]) Unter dem Boden des flachen, die Sammelkörper enthaltenden Trichters befindet sich ein Schieber, dessen Loch so gegen dasjenige des Bodens verstellt wird, dass nur ein bestimmter Durchflussquerschnitt übrig bleibt. Eine gebogene, mit einer Welle *w* kreisende Scheibe *s* streift mit ihrem Rande über das Bodenloch hin und her und bewirkt hierdurch das Herabfallen des Zuzuteilenden.

Die Scheibe *s* zerstört auch etwaige Ballen der Sammelkörper, was für gewisse Arten derselben von Wert ist. In besonderen Fällen muss man zu gleichem Zweck besondere Rührvorrichtungen anbringen.[2])

Endlich sind noch neuere Regelungsvorrichtungen für das Zuteilen der Faserstoffe zu erwähnen[3]). Sobald sich eine zu grosse Menge zwischen die Speisewalze und die geteilte Mulde (Klaviermulde) (vergl. S. 563, Fig. 555) zwängt, wird die Drehung der ersteren selbstthätig verlangsamt, im umgekehrten Fall beschleunigt, so dass das Produkt aus Querschnitt und Geschwindigkeit angenähert dasselbe bleibt.

d. Die zuletzt erörterten Zuteilungsverfahren messen den Raum der zugeteilten Körpermemgen, indessen in wenig deutlich ausgesprochener Weise. Eine andere Gruppe derselben geht offen von der Absicht des Zumessens aus, indem für jede Beschickung eine bestimmte Gefässfüllung oder in der Zeiteinheit eine gewisse Zahl derselben zur Abgabe gelangen.

---

[1]) Z. d. V. d. I. 1885, S. 858 m. Abb.
[2]) Wochenschr. d. V. d. I. 1883, S. 227.
[3]) Z. d. V. d. I. 1888, S. 148 m. Abb.

Das ladungsweise Zuteilen benutzt eine schleusenartige Vorrichtung. In Fig. 688 ist eine senkrechte Röhre durch zwei Schieber *a* abzusperren. t der untere geschlossen, der obere geöffnet, so füllt sich die Röhre bis auf steren mit dem oben aufgegebenen Gut; schliesst man nunmehr den oberen ıd öffnet dann den unteren, so fällt die gemessene Menge nach unten ab. Beıfs Regelung des Rauminhaltes der Messkammer ist der Röhrenteil, in welchem ır untere Schieber sich befindet, dem anderen Röhrenteil gegenüber verschiebbar.

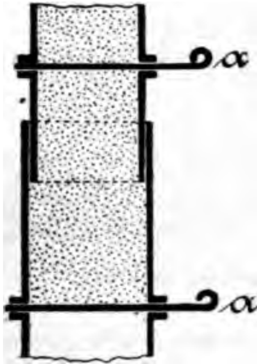


Fig. 688.

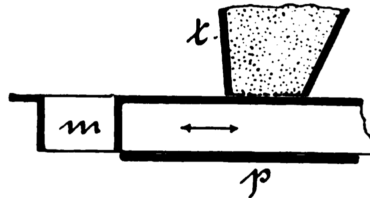


Fig. 689.

t, Fig. 689, bezeichnet einen festen Trichter, unter welchem in angemesıer Entfernung die feste Platte *p* sich befindet; zwischen beiden ist die Zuısplatte *m* verschiebbar. Sobald die Messkammer *m* unter den Trichter geıoben worden ist, wird sie gefüllt; schiebt man sie nunmehr nach links, so tleert sie sich, während eine angeschlossene Platte die Trichteröffnung geılossen hält. Man hat diese Zumessvorrichtung auch mit regelbarer Messmmer *m* versehen.[1])

Dem stetigen Betriebe schliesst sich besser das andere Verfahren an, ch welchem in der Zeiteinheit eine gewisse Zahl Gefässfüllungen zur ɔgabe gelangen. Zu diesem Zweck verwendet man Walzen, deren Umng mit Gefässen besetzt ist, Schöpfräder und Becherwerke; auch Nadeltten finden im vorliegenden Sinne Verwendung.

Die Regelung der zuzuteilenden Menge erfolgt bei Gefässwalzen eistens durch teilweises Verdecken der Gefässe, indem man in der chsenrichtung einen Deckel über die Walze schiebt, oder mehrere hmale Deckel nach Bedarf einfügt, oder endlich die Walze selbst in ır Achsenrichtung verschiebt, so dass nur ein Teil jedes Gefässes zur 'irksamkeit kommen kann.[2])

Der Füllungsgrad der Becher an Schöpfrädern u. s. w. hängt von ır Tiefe des Eintauchens ab. Man regelt daher diese, bei Sammelkörırn z. B., indem man sie eine Böschung bilden lässt.[3]) Anderseits findet

---

[1]) D. R. P. No. 30 892.
D. p. J. 1882, 246, 20 m. Abb.
[2]) Z. d. V. d. I. 1885, S. 859 m. Abb.
[3]) Z. d. V. d. I. 1885, S. 860 m. Abb.
Prakt. Masch.-Constr. 1885, S. 200 u. f. m. Abb.

aber eine Regelung dadurch statt, dass man das Ausgeschüttete zum Teil wieder nach unten leitet.

Hierher gehört auch das selbstthätige Zuteilen der Faserstoffe. Die Fasern werden durch Nadelketten oder Nadelwalzen emporgehoben und das Überflüssige dem Vorrat wieder zurückgegeben.[1])

e. Statt des Zumessens bedient man sich in manchen Fällen des Zuwägens, welches seiner Natur nach ein genaueres Ergebnis liefert als ersteres. Es ist jedoch an ladungsweises Beschicken gebunden, bezw. bedingt die nachträgliche Verteilung einer Ladung auf den zugehörigen Zeitabschnitt.

Letzterem Zwecke dient das Speisetuch. Über zwei gleichlaufende Walzen ist ein endloses Tuch gelegt, dessen obere Hälfte sich mit gleichförmiger Geschwindigkeit der zu versorgenden Stelle entgegenbewegt. Auf dem Speisetuch sind Marken (vielleicht kräftige Linien) angebracht, zwischen welche je eine durch Wägen bestimmte Menge ausgebreitet wird, und zwar in der Regel mittels der Hände, selten durch Kämme und Nadelwalzen (es handelt sich hier ausschliesslich um Faserstoffe).

Man hat Vorrichtungen erdacht, welche das Zuwägen selbstthätig bewirken[2].)

B. Austragen.

Über das Austragen der bearbeiteten Sammelkörper kann ich mich, nach dem Vorhergegangenen, kurz fassen.

Das einfachste Verfahren besteht in dem Abfallenlassen oder Auswerfen; es wird denn auch da, wo es zulässig ist, allgemein angewendet.

Körnige bis pulverförmige Sammelkörper trägt man vielfach mittels Wasser- oder Luftstromes aus (S. 343). Zu Bändern vereinigte werden durch Walzen (Abzugswalzen) abgezogen, dem nach Umständen das Ablösen mittels des Hackers oder Kammes (S. 624) vorangehen muss.

Das Verdrängen der Sammelkörper durch andere oder durch feste Kasten (S. 357) kommt, weil es am unvorteilhaftesten wirkt, am seltensten zur Verwendung.

6. Vorzeichnen und Einteilen.

Das Vorzeichnen bezweckt in erster Linie die genaue Festlegung der Grenzen für die Gestaltsänderung der Festkörper, es dient auch zur Bezeichnung der gegenseitigen Lagen zu verbindender Gegenstände und unterstützt das freihändige begrenzte Ausbreiten. Das Einteilen im hier gemeinten Sinne des Wortes unterstützt das Vorzeichnen.

Ein grosser Teil der Arbeitsmaschinen macht das Vorzeichnen überflüssig, indem Werkzeug und Werkstück gegensätzlich in solchen festen Bahnen geführt werden, dass die verlangte Gestalt ohne weiteres entsteht. Für gewöhnlich teilen sich beide in die Aufgabe, die erforderliche Gestalt des gegensätzlichen Weges zu gewinnen, so dass das eine die Leitlinie, das andere die erzeugende Linie beschreibt.

---

[1]) D. p. J. 1880, 238, 40.
Z. d. V. d. I. 1886, S. 62 m. Abb.

[2]) D. p. J. 1873, 210, 249; 1883, 247, 276 m. Abb.

stark hervor, wenn das Lineal *b* nicht überall der Fläche des Körpers *c*, Fig. 694, sich dicht anschliesst, so dass unter Umständen (vergl. die punktiert gezeichnete Lage des Stiftes *a*) die Linie unter das Lineal kommen kann. Es bedarf keiner weiteren Gründe für den Schluss, dass mit Hilfe des Lineals eine genaue Linie nicht oder doch nur bei Vorhandensein aussergewöhnlicher Geschicklichkeit gezogen werden kann.



Fig. 694.

Die erörterte Schwäche des Lineals kann dadurch gehoben werden, dass man die Nadel oder den Stift mittels besonderer Mittel so dem Stabe entlang führt, dass eine Änderung der Lage ausgeschlossen ist. Von diesen Mitteln (vergl. w. u. die Streichmasse) sei hier nur das beste, nämlich das Reisserwerk angeführt.

Fig. 695 stellt dasselbe in einer Vorder- und einer Seitenansicht dar. *a* bezeichnet den genau geraden Stab, an welchem der Schlitten *b* ohne Spiel-

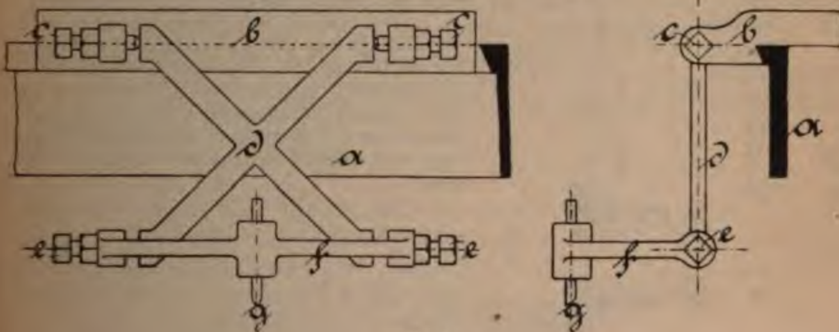


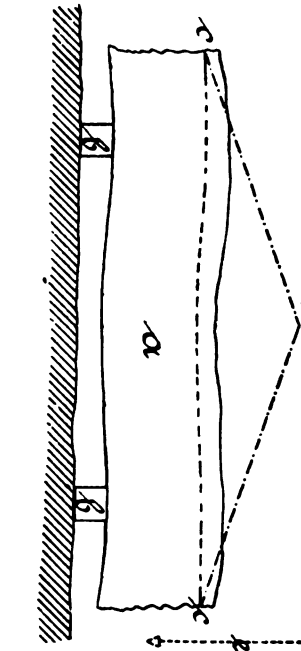
Fig. 695.

raum gleitet. Zwei Hervorragungen des Schlittens *b* tragen die Schrauben *c*, deren Achsen in einer geraden Linie liegen und genau gleichlaufend zum Stabe *a* sind. Zwischen den Spitzen die Schrauben *c* ist das Kreuz *d* eingespannt, an welches die Spitzen der im Bügel *f* sitzenden Schrauben *e* so angreifen, dass die gemeinsame Achse von *e* mit *c c* genau gleichlaufend ist. Im Bügel *f* endlich ist der Reisshaken *g* in geeigneter Weise befestigt.

Aus der Beschreibung folgt, dass bei einer Drehung des Kreuzes *d* jeder Punkt desselben sich in einer zum Stabe *a* winkelrechten Ebene bewegt, auch jeder Punkt des Bügels *f*, also auch die Spitze des Reisshakens *g*, in einer zu *e e*, und weil *e e* gleichlaufend mit *a* bleibt, in einer zu *a* winkelrechten Ebene bleibt. Jede Furche, welche der Reisshaken erzeugt, muss sonach einer bestimmten, zu *a* winkelrechten Ebene angehören.

Die hier dargestellte Anordnung des Reisserwerkes ist bestimmt, mehrere kürzere Linien oder richtiger Durchdringungen von Ebenen mit der Körperoberfläche zu zeichnen; soll statt dessen eine lange solche Durchdringung gezeichnet werden, so kann man das Kreuz *d* entbehren, indem der Stab *a* gleichlaufend zu der betreffenden Ebene angeordnet wird, also dessen Bewegungen durch die Verschiebungen des Schlittens erzeugt werden. Es werden dann die Schrauben *c* (oder die kegelförmigen Vertiefungen, in welche ihre Spitzen zu greifen haben) an einem Winkel des Schlittens *b* angebracht.

Die Schenkel der Zirkel (S. 12) bewirken in ähnlicher, wenn auch gegenüber unebnen Flächen weniger vollkommenen Weise eine gute Führung der Nadeln oder Stifte.



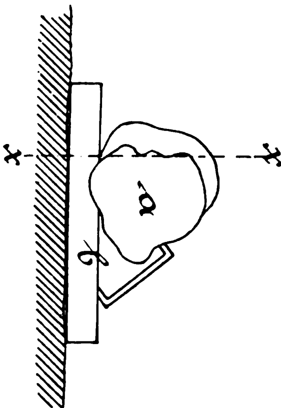


Fig. 696.

Die ausgespannte Schnur stellt in vielen Fällen an sich eine Linie dar. Dieselbe ist in senkrechter Richtung nicht gerade, sondern nach der Kettenlinie gestaltet. Indessen ist durch entsprechende Anspannung möglich, das Durchhängen der Schnur sehr gering zu machen.

Man wählt für die Schnur solche Stoffe, deren Reisslänge (S. 115), d. i. deren Festigkeit, gegenüber dem Gewicht möglichst gross ist. Die Seide eignet sich daher in vorzüglicher Weise für den vorliegenden Zweck. Ihres hohen Preises halber bedient man sich jedoch häufiger der Hanfschnuren.

Das Durchhängen mindert sich mit der Entfernung der Stützpunkte. Soll daher mittels der Schnur zwischen zwei Punkten eine auch in senkrechter Richtung möglichst gerade Linie erzeugt werden, so bringt man mehrere Stützpunkte an, deren Höhenlage man durch Absehen (Visieren) bestimmt.

Die Schnur liegt immer in einer senkrechten Ebene. Das wird vielfach benutzt, um die Durchdringung einer senkrechten Ebene mit der betreffenden Fläche (durch den Schnurschlag) vorzuzeichnen.

Es sei in Fig. 696 *a* ein roher Baumstamm, welcher auf den Lagerhölzern *b* festgeklammert ist. Behufs Bearbeitens desselben soll die obere Durchdringung der Ebene *x x* mit dem Baumstamm *a* gezeichnet werden. Man hat an den Enden des letzteren zwei Punkte *c* festgelegt, durch welche die Ebene gehen soll, und hält nun an diesen Punkten die gespannte Schnur fest. Die Schnur ist vorher durch eine flüssige Farbe gezogen oder mit Kreide bestrichen. Man hebt nun einen zwischen *c* belegenen Punkt der Schnur, vielleicht bis *d* genau senkrecht empor, wobei nach Umständen das Lot *e* zu Hilfe genommen wird, und lässt dann die stark gespannte Schnur im Punkte *d* los. Jedes Teilchen derselben bewegt sich nun in der (senkrechten) Ebene *d c c* nach unten, und zwar nicht allein bis in die Ruhelage der Schnur, sondern vermöge der Massenwirkung über diese hinaus, bis zur Berührung mit der Er-

che, dort ihre Spur zurücklassend. Dem Zimmermann bleibt nur übrig, in nkrechter Richtung von der entstandenen Linie aus das zu beseitigende Holz zuhauen, um eine Ebene an dem Baumstamm zu erzeugen.

Man macht von diesem Vorgang nicht allein Gebrauch bei dem Vorzeichn an rohen Holzstämmen, sondern auch in manchen anderen Fällen.

c. Zeichnen solcher Linien, welche zu einer vorhandenen inie, Kante oder sonst durch die betreffende Gestalt des örpers festgelegten Richtung eine bestimmte Lage einehmen.

α. Die Richtung soll mit der gegebenen einen bestimmten Winkel nschliessen.

Ist eine Kante gegeben, so bedient man sich der Schmiege oder des inkelhakens mit Anschlag (S. 57, 58, 59); soll dagegen die neue rade Linie mit einer gegebenen einen bestimmten Winkel einschliessen, dienen die Winkelmesswerkzeuge ohne Anschlag zur Gewinnung der inie oder doch massgebender Punkte desselben.

β. Die Line soll zur gegebenen Richtung gleichlaufend sein.

Eine Gruppe der hierher gehörenden Werkzeuge, bezw. Verfahren, tzt das Vorhandensein einer geraden Kante oder besser einer ebenen äche voraus, welcher die zu erzeugende Linie gleichlaufend sein soll; e betreffenden Werkzeuge heissen Streichmasse.

Fig. 697 stellt ein Streichmass für Metall dar. In einem Anschlag *a* ein Stäbchen *b* verschiebbar, aber mittels der gespaltenen, kegelförmig gealteten Schraube *c* festklemmr. Das linksseitige Ende des abes *b* trägt die Reissnadel er den Reisshaken. Indem an einerseits den Anschlag er Backen *a* unter Druck an r Kante des Werkstückes *w* tlang bewegt, anderseits die ichnende Spitze gegen letzres drückt, entsteht die verngte Linie.



Fig. 697.

Ihr Abstand von der Werkickkante wird nur dann ein erall gleicher, wenn derselbe ts winkelrecht abgetragen wird, d. h. der Backen *a* genau an *w* liegt. tzteres wird erleichtert durch entsprechende Länge des Backens *a*.

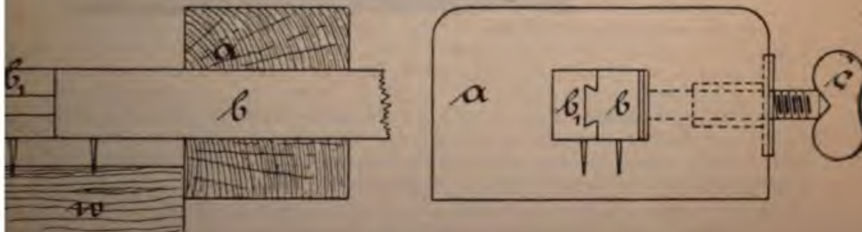


Fig. 698.

Das durch Fig. 698 dargestellte Streichmass ist mit einem recht langen schlag oder Backen *a* versehen.

Dasselbe ist zum Vorzeichnen des Holzes bestimmt und im wesentlich aus Holz gefertigt. Da man häufig (beim Vorzeichnen der Zapfen) zwei glei laufende Linien zu zeichnen hat, so finden sich hier zwei unabhängig vo einander einstellbare Stäbe *b* und b_1, welche mittels der Druckschraube *c* fe gehalten werden.

In Ausnahmefällen benutzt man auch das Streichmass zur Erzeugu solcher Linien, welche in ihrem ganzen Verlauf gleichen Abstand von ein nicht geraden Kante haben.[1])

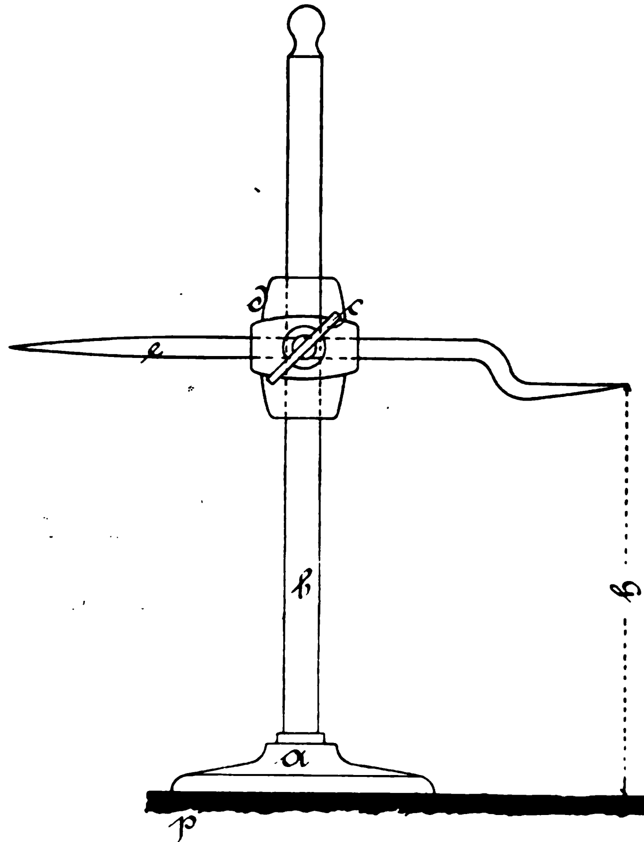


Fig. 699.

Das Streichmass wird zum Schneidmodell, wenn man die Reissnadel durch ein Messer ersetzt; es ist als solches geeignet, Streifen dünnen Holzes oder Leders abzuschneiden oder die Begrenzungen leichter Vertiefungen (für sogenannte eingelegte Arbeit) einzuschneiden.

---

[1]) Vergl. über Streichmasse: Mitt. d. Gewerbver. f. Hannover 1840, S. 114 m. Abb.; 1841, S. 453; 1857, S. 265 m. Abb.
The Engineer, März 1884, S. 183 m. Abb.
Prechtl, Technol. Encykl. 1837, Bd. 8, S. 565 m. Abb.; 1838, Bd. 9, S. 515 m. Abb.

Zum Zeichnen solcher Linien, deren Abstand von einer Ebene überall eich sein soll, benutzt man das **stehende Streichmass**[1]). Dasselbe besteht s einem ebenen Fuss *a* (Fig. 699) mit fester Stange *b*, an welchem der hieber *d* mittels einer Schraube festklemmbar ist. In dem Schieber *d* wird e Reissnadel *e* mittels der Schraube *c* festgeklemmt. Ist nun die Entfernung *h* ner Reissnadelspitze von der Ebene des Fusses *a* eingestellt, so gelingt ohne eiteres das Abtragen einer Linie, welche in dieser Entfernung von der bene *p* liegt.

Die feine Einstellung des stehenden Streichmasses findet nicht selten durch ermittlung ähnlicher Vorrichtungen statt, wie bei den Stangenzirkeln (S. 13) bräuchlich sind.

Einer zweiten, sehr kleinen Gruppe genügt die prismatische Gestalt r Werkstücke, um an dieser zur Achsenrichtung gleichlaufende Linien ziehen. Es gehört hierher das **Rohrmass**.

Das Rohrmass ist ein aus zwei Ebenen gebildeter Winkel *r*, Fig. 700; jede r Ebenen hat in ihrer ganzen Länge genau gleiche Breite. Daher kann jede r beiden Längenkanten des Rohrmasses als Lineal zum Zeichnen einer der chse des walzenförmigen Werkstückes *w* gleichlaufenden Linie dienen.



Fig. 700.



Fig. 701.

Es wird in gleichem Sinne auch zum Zeichnen derartiger Linien im Innern hler Werkstücke *w*, Fig. 701, benutzt. Für diesen Zweck genügt indessen auch ne ebene Platte mit gleichlaufenden Rändern. Hiernach ist das Werkzeug m **Vorzeichnen der Keilnuten** in Bohrungen, welches **Roemele** patentiert rden ist[2]), eingerichtet.

Mit dem Rohrmass verwandt, aber allgemein benutzbar, ist der **Körner** n **Joh. Arens**, Fig. 702 und 703. Ein winkelförmiger Fuss *a* trägt an seinem stell zwei Führungen *g*, durch welche der Körner *d e f* genau in der Mittelie des vom Fuss *a* gebildeten Winkels geleitet wird. Setzt man den Fuss f einen kreisförmigen Gegenstand und drückt den Körner gegen letzteren, so gt der entstehende Punkt in einer Ebene, welche durch die Achse des Gegenndes und diejenige des Körners geht. Setzt man das Gerät an eine andere elle des Gegenstandes und zwar so, dass die Neigung der Körnerachse zur agerechten die frühere Lage beibehält, so erhält man auf der Oberfläche des handelten Gegenstandes einen zweiten Punkt der Ebene, welche durch die chse des Werkstückes und den ersten Punkt geht.

Durch Wiederholung gewinnt man beliebig viele Punkte der Durchdringung ner Ebene mit der Oberfläche des vorzuzeichnenden Drehkörpers.

---

[1]) **Berthoud**, Essai sur l'horlogerie, Bd. 2, Paris 1763, Taf. 38, Fig. 24. Mitt. d. Gewerbver. f. Hannov. 1841, S. 245 m. Abb. D. p. J. 1870, **197**, 309 m. Abb.; 1885, **257**, 504 m. Abb.

[2]) D. R. P. No. 17 803; Wochenschr. d. V. d. I. 1882, S. 178 m. Abb.

Behufs Gewinnung der richtigen Neigung des Körners ist eine Wasserwage (S. 62) *b* drehbar angebracht, welche vermöge der an der Platte *c* befindlichen Gradteilung genau eingestellt werden kann. Die Höhenlage des Körners regeln

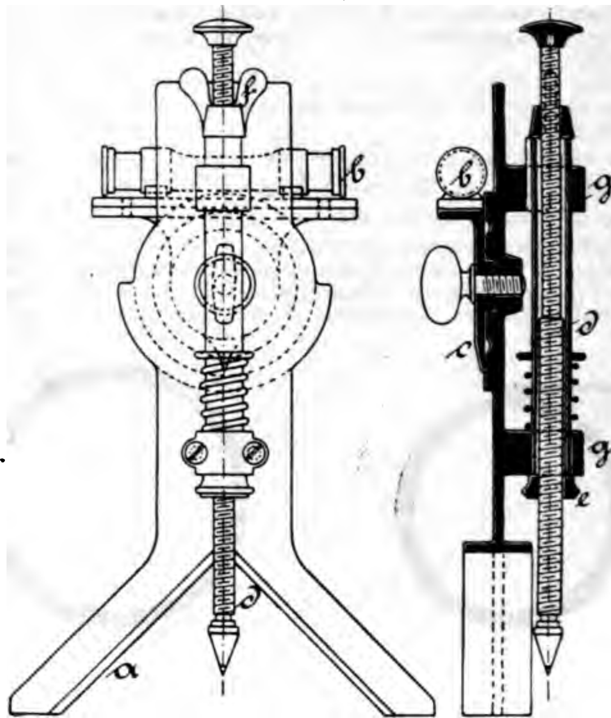


Fig. 702 u. 703.

die Muttern *e* und *f*; eine Schraubenfeder führt, nach stattgefundener Benutzung der Körnerspitze, den Körner in seine Ruhelage zurück.

γ. Die zu zeichnende Linie soll gleichen Mittelpunkt mit einem gegebenen Kreise, bezw. einer vorhandenen kreisförmigen Kante haben.

Die hierher gehörenden Werkzeuge heissen Mittelpunktssucher.

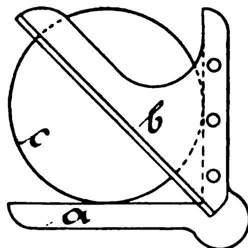


Fig. 704.

Diejenige Gerade, welche den von zwei Tangenten gebildeten Winkel in zwei gleiche Teile zerlegt, geht durch den Mittelpunkt des betreffenden Kreises.

Befestigt man demnach auf einen Winkelhaken *a*, Fig. 704, eine Platte *b*, deren eine Kante den Winkel genau teilt, so ist nur nötig, den Winkel *a* an das Ende der Welle *c*, deren Mittelpunkt aufgesucht werden soll, zu legen, und an *b* eine Linie zu ziehen, dann dasselbe in anderer Lage des Winkels *a* auszuführen, um in der Kreuzung beider Linien den gesuchten Mittelpunkt zu finden.

Auf Grund des Satzes, dass eine von der Spitze eines geraden Kegels auf ssen Grundfläche gefällte Senkrechte den Mittelpunkt der letzteren trifft elcher Satz aus dem vorher angewendeten leicht abzuleiten ist), ist der g. 705 abgebildete Mittelpunktssucher entstanden. Der Hohlkegel *a* ist mit ner entsprechend langen Hülse versehen, in welcher der örner *b* genaue Führung findet. Durch gerades Aufsetzen s Kegels auf die Endfläche der Welle *c* und Niedertreiben s Körners gewinnt man ohne weiteres die Vorzeichnung s Mittelpunktes.



Fig. 705.

Besser eignen sich für den vorliegenden Zweck den lbstausrichtenden Futtern (S. 583) nachgebildete Einrichngen, indem sie nicht den Rand der Endfläche, sondern n Teil des Gegenstandes als Richtschnur benutzt, welcher r Endfläche nahe liegt. Fig. 706 versinnlicht eine demtsprechende Einrichtung. Auf dem Rande des Topfes *a* eine genaue Spirale ausgebildet, in welche die Zähne eier Backen *b* greifen. Diese Backen sind zwischen Fühngen des Ringes *c* in der Richtung des Halbmessers verhiebbar und nähern bezw. entfernen sich von der Achse s Topfes vermöge der Einwirkung der Spirale in genau eichem Grade. Bringt man das Werkstück *w* zwischen e Backen und dreht den Ring *c* in entsprechender Richng so lange, bis die Backen zum Anliegen kommen, so uss die Mitte des Werkstückes jederzeit an derselben Stelle ch befinden, welcher gegenüber der feste Körner *d* angeacht ist. Es ist daher nur noch nötig, das Werkstück gen die Körnerspitze zu treiben, um die entsprechende naue Marke zu gewinnen. Schrauben *i*, welche in eine lsringförmige Nut des Topfes *a* greifen, verhindern das fällige Abheben des Ringes *c*.

Ersetzt man bei den beiden zuletzt beschriebenen Werkugen den Körner durch einen Bohrer, so vermag man ohne weiteres die Körner-

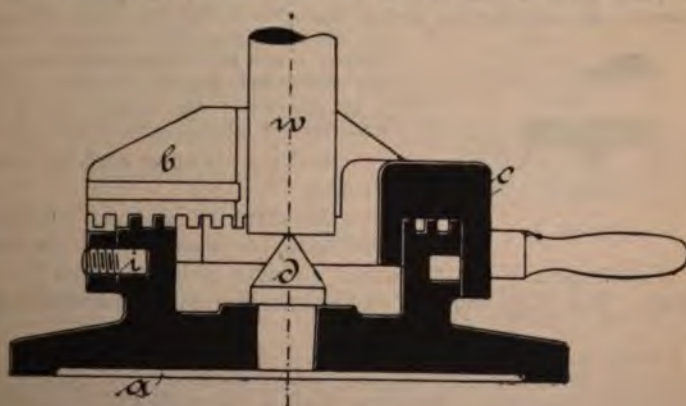


Fig. 706.

rtiefung für das Einspannen zwischen Spitzen (S. 579) einzubohren; es enthen die Ankörnmaschinen.[1])

[1]) Vergl. über Vorzeichnen des Mittelpunktes für Dreherzwecke: Holtzffel, Turning & mechanical manipulation, Bd. 4, S. 192 m. Abb.
Ankörnmaschinen: D.p.J. 1870, **197**, 398 m. Abb.; 1877, **225**, 543 m. Abb.

d. Zeichnen auf Flächen, deren Begrenzungen gleichgültig sind.

Es gehören hierher die zahlreichen Werkzeuge für das Zeichnenbrett, auf welche ich hier nicht eingehen will.[1]) Nur mögen über einen Teil derselben, soweit sie in der Technik reichere Anwendung finden, Quellen angegeben werden, nämlich die Ellipsenzirkel[2]), Spiralzirkel[3]) und die Vorrichtungen zum Zeichnen der Radzahnflanken.[4])

Ferner sind die Lehren (Schablonen) hervorzuheben. Man bezeichnet mit den Namen vieles und sehr verschiedenes, insbesondere auch die platten Geräte, deren Begrenzungen, bezw. Durchbrechungen, die rasche und mehr oder weniger genaue Aufzeichnung unregelmässig gestalteter Linien oder irgendwie verteilter Punkte vermitteln. Sie werden angewendet, wenn eine grössere Zahl Linien gleichen Verlaufs und gleicher Abmessungen oder Punktverteilungen zu zeichnen sind.

Eine Gruppe dieser Lehren dient zur Führung der Schreibstifte bezw. Reissnadeln, in gleicher Weise wie das Lineal. Die führende Kante ist jedoch — je nach Umständen — krumm oder aus krummen und geraden Linien oder auch nur aus letzteren zusammengesetzt.

Rascher, aber weniger genau sind die Zeichnungen durch Lehren zu erzeugen, welche erstere nur als eine Reihe Löcher enthalten. Man legt die Lehre auf die betreffende Fläche und drückt oder streicht Farbe durch die Löcher, oder erzeugt lebhaften (schwarzen oder weissen) Staub über denselben, welcher durch seine Ablagerung an den unbedeckten Stellen der Flächen eine entsprechende Reihe von Punkten oder Strichen merkbar hervorbringt.

Zum Vorzeichnen der Niet- bezw. Schraubenlöcher benutzt man in geeigneten Fällen Lehren, welche an den betreffenden Stellen mit Löchern solcher Weite versehen sind, dass ein Körner (S. 659) sie genau ausfüllt. Man gewinnt somit durch Eintreiben des Körners die Mittelpunkte der Löcher. Um dem Arbeiter einen sicheren Anhalt über die Weite der zu erzeugenden Löcher zu geben, werden die betreffenden Löcher der Lehre l, Fig. 707, wohl ebenso weit als die zu erzeugenden gemacht und der Körner k mit einer Spitze und einem ringsum laufenden Rande versehen. Erstere prägt die Mitte des Loches sehr deutlich aus, letztere erzeugt eine leichte Linie.

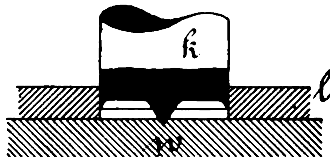


Fig. 707

e. Vorzeichnen auf der Richtplatte.

Es dient zu genauer Angabe der Bearbeitungsgrenzen, wenn die Gestalt des zu behandelnden Werkstückes nur geringen Anhalt für das Vorzeichnen bietet. Das Verfahren ist demjenigen der darstellenden Geometrie

[1]) Z. d. V. d. I. 1883, S. 384 m. Abb.
D. p. J. 1885, 255, 188, 217, 261, sämtl. m. Abb.

[2]) Mitt. d. Gewerbver. f. Hannover 1842, S. 99 m. Abb.
Deutsche Gewerbez. 1847, S. 521 m. Abb. Wochenschr. d. V. d. I. 1880, S. 106 m. Abb. Z. d. V. d. I. 1887, S. 29 m. Abb. D. p. J. 1880, 236, 288 m. Abb.

[3]) Besson, theatr. instrumentorum machinarum, Lugdum 1578, Blatt 6.
Gewerbebl. f. Hannover 1842, S. 224 m. Abb.

[4]) Willis' Odontograph: Gewerbebl. f. Hannover 1843, S. 80 m. Abb.
Merbach's Vorrichtung, daselbst, S. 211 m. Abb.
Cykloiden-Zähne: D. p. J. 1878, 227, 22 m. Abb., 228, 312 m. Abb.
Evolventen-Zähne: D. p. J. 1878, 228, 16 m. Abb.

entnommen: man bezieht jeden darzustellenden Punkt auf drei sich rechtwinklig kreuzende Ebenen bezw. bestimmt seine Lage durch seine Entfernung von diesen drei Ebenen.

In Wirklichkeit ist jedoch nur eine dieser Ebenen, diejenige der Richtplatte *P*, Fig. 708 und 709, vorhanden. Die beiden anderen werden

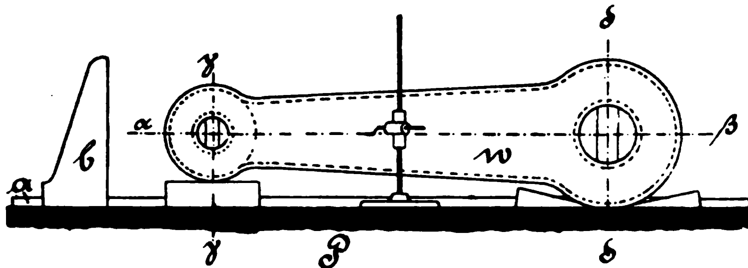


Fig. 708.

nur nach Bedarf hervorgebracht, und zwar mittels eines auf der Richtplatte befestigten Winkelhakens *a* und eines oder mehrerer genau bearbeiteter rechtwinkliger Klötze *b*.

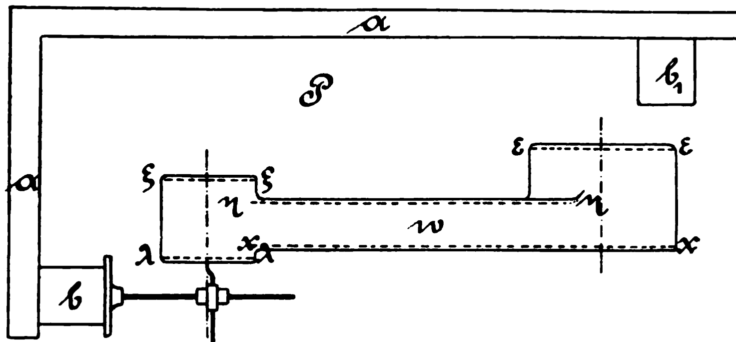


Fig. 709.

Beispielsweise soll das Vorzeichnen eines einarmigen Hebels *w* näher angegeben werden. Derselbe sei geschmiedet, auch mittels Durchschlags mit Löchern versehen. Man klemmt Flacheisenstücke, Stege, in die Löcher, um dort Flächen zum Vorzeichnen der Mittelpunkte zu erhalten, stützt sodann *w* gegenüber der Richtplatte mittels Unterlagen bezw. Keile und versucht, ob die ihm gegebene Lage eine günstige ist. Zu dem Zwecke wird die Mittellinie $\alpha\,\beta$ vorn wie hinten mittels stehenden Streichmasses versuchsweise gezogen, ebenso die Linien $\gamma\,\gamma$ und $\delta\,\delta$, indem man die Entfernung der Linie γ von *b* nach Schätzung zwischen Sohle und Reissnadelspitze des stehenden Streichmasses nimmt und demnächst die gegebene Entfernung $\gamma\,\delta$ hinzufügt. Die hierdurch vorläufig gewonnenen Mittelpunkte benutzt man zum vorläufigen Vorzeichnen der betr. Kreise und gewinnt damit den Anhalt für die Beurteilung der Frage, ob das Werkstück *w* gegenüber der Richtplatte richtig liegt und ob die Annahme der Entfernung $\gamma\,b$ richtig war oder nicht.

Es muss unterschieden werden zwischen dem Abschnüren in einem festen und demjenigen in einem beweglichen Raume. Im ersteren Falle lassen sich Lot und Wasserwage (S. 59) zuhilfenehmen, im letzteren muss man darauf verzichten.

Bei dem Abschnüren im ruhenden Raum werden meistens senkrechte oder wagerechte Schnüre gezogen. Die genaue Richtung der ersteren gewinnt man ohne weiteres, die wagerechte durch Zuhilfenahme der Wasserwage. Man legt zu dem Ende ein Richtscheit neben die Schnur und zwar, um deren Durchbiegung möglichst zu berücksichtigen, in gleichen Entfernungen von den Stützpunkten derselben.

Eine gleichlaufende Schnurlage in bestimmter wagerechter und senkrechter Entfernung von der ersteren gewinnt man durch Ziehen einer Hilfsschnur, welche senkrecht unter oder über der ersteren und wagerecht neben der anderen liegt. Die Entfernungen der Schnüre werden durch Stichmasse (S. 38) oder den Schublehren ähnliche Werkzeuge gewonnen. Behufs Prüfung des Ergebnisses auf seine Richtigkeit beobachtet man die erste und zweite Schnur mittels Absehens dahin, ob beide in einer gemeinsamen Ebene liegen, und misst ihre Entfernung an den beiden Enden.

Eine zu einer vorhandenen winkelrecht liegende Schnur wird seltener unter Benutzung eines Winkelhakens, meistens auf Grund des Pythagoräischen Satzes: die Summe der Quadrate der Katheten eines rechtwinkligen Dreieckes ist gleich dem Quadrat der Hypotenuse (z. B. $3^2 + 4^2 = 5^2$) gezogen, indem man von dem Kreuzungspunkt einmal 3 Teile, auf der anderen Schnur 4 Teile abmisst und vergleicht, ob die Entfernung der gewonnenen Punkte 5 Teilen entspricht. Das Ergebnis dieser Verfahren ist nur dann genügend genau, wenn es mit grosser Sorgfalt durchgeführt wurde.

Das Abschnüren im beweglichen Raume setzt allgemein vorheriges Festlegen dreier sich rechtwinklig kreuzender Ebenen voraus, auf welche die Abmessungen der Zeichnung sich beziehen; in besonderen Fällen können eine oder zwei dieser Ebenen gespart werden. Bei Festlegung dieser Ebenen muss vermittelt werden (wie bei dem Vorzeichnen auf der Richtplatte), d. h. zunächst versuchsweise die Lage derselben angedeutet und dann untersucht werden, ob sie mit den umgebenden Teilen im Einklang steht oder nicht. Das Verfahren des vorläufigen Abschnürens unterscheidet sich jedoch nicht von demjenigen, welches die endgültige Lage liefert.

Zwei in einer Ebene liegende Schnüre bringen die Lage dieser Ebene zum Ausdruck, gleichgültig, ob die Schnüre sich kreuzen oder miteinander gleichlaufend sind. Die Haupt-Mittelebene wird gewöhnlich durch zwei gleichlaufende Schnüre dargestellt, die oft gleichzeitig bestimmten Linien (z. B. der Achse einer Welle, eines Dampfcylinders u. s. w.) entsprechen. Von einer zunächst gezogenen Schnur ausgehend gewinnt man die gleichlaufende Lage der anderen einerseits durch Absehen, anderseits durch Begleichen des Abstandes. Eine die Hauptebene rechtwinklig kreuzende wird gewonnen durch Anlegen rechter Winkel an die Schnüre der ersteren nach dem vorhin erörterten Verfahren. Um alle drei Ebenen darzustellen, ist erforderlich, die erste durch winkelrecht sich kreuzende Schnüre festzulegen, weil nur dann möglich ist, die winkelrechte Lage in beiden Richtungen zu gewinnen.

Wie schon erwähnt wurde, wählt man die Schnurlagen womöglich so, dass sie gleichzeitig die Achsen bestimmter Teile darstellen, so dass in vielen Fällen das ursprüngliche Netz für das Zusammen- bezw. Einbauen der Teile genügt. Sind fernere gleichlaufende Linien erforderlich, so gewinnt man sie durch Absehen und Begleichen der Entfernungen.

Andere als gegenseitig winkelrechte Lagen der Schnüre gewinnt man durch Bestimmen der betreffenden Ebene und Abmessen des Winkels nach den Tangenten-, Sinus- u. s. w. Zahlen des betreffenden Winkels.

Nicht selten ist möglich unter Benutzung der aufzubauenden L und Wellen das Abschnüren zu erleichtern. Als Beispiel möge fol

geführt werden. Jeder Punkt eines mit einer kreisenden Welle ver-ndenen Gegenstandes (z. B. die Warze eines Krummzapfens, der Kranz ıes Rades) bewegt sich in einem Kreise, welcher zur Drechachse der elle winkelrecht liegt. Zieht man eine Schnur so, dass sie die Dreh-hse nahezu kreuzt und von einem und demselben kreisenden Punkte dies-:ts wie jenseits der Welle leicht gestreift wird, so liegt sie winkelrecht r Achse. Legt man nun eine zweite Welle, welche mit einem ent-rechend hervorragenden Punkte versehen ist, und verrückt dieselbe so ıge, bis auch hier die leichte Berührung an zwei entgegengesetzten Punk-n stattfindet, so liegt die neue Welle ebenfalls winkelrecht zur Schnur. ad beide Wellen wagerecht oder senkrecht (was mittels der Wasserwage ıtzustellen ist), oder liegen sie nur in einer gemeinsamen Ebene (was durch ›sehen erkannt wird), so sind beide Wellen miteinander gleichlaufend.

g. Verkleinern oder Vergrössern einer gegebenen Abmes-.ng bezw. Zeichnung.

In unvollkommener, aber manchen Zwecken genügender Weise ge-gt das Verkleinern oder Vergrössern einer Zeichnung durch Aufdrucken rselben auf eine Gummiplatte und Abklatschen, nachdem man die vor-r ausgespannte Gummiplatte zusammenschrumpfen liess oder ausdehnte.

Genauer ist die Grössenänderung mittels Hebelübersetzung.

Hierher gehört der sogenannte Proportionalzirkel, d. h. ein Zirkel, ›sen Schenkel sich nach beiden Seiten von dem gemeinsamen Drehpunkte aus trecken. Die Spitzenweite der einen Seite verhält sich zu derjenigen der ıdern, wie die Schenkellänge der ersteren zu derjenigen der anderen; die ıenkellängen sind verstellbar[1]). Solche Zirkel verwenden u. a. die Böttcher, . das richtige Verhältnis der Fassdaubenbreite in der Mitte zu der an den :tzen zu erhalten[2]). Dieser Zirkel kann nur zur Verkleinerung bezw. Ver-sserung je einer Abmessung benutzt werden.

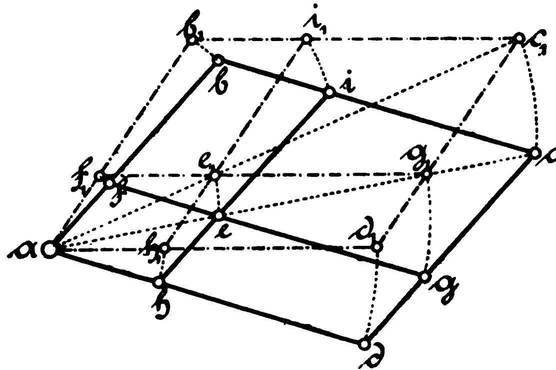


Fig. 712.

Der Storchschnabel, Fig. 712, ändert sämtliche Abmessungen einer ur in gleichem Grade.

1) Nach Leupold, Theatr. arithmetico-geometricum 1727, S. 112 m. Abb. das Jahr 1600 von Justum Byrgium erfunden.

2) Prechtl, Techn. Encyklop. 1837, Bd. 8, S. 571 m. Abb. dort vier-tziger Zirkel genannt.

Die Stäbe $a\,b$ und $d\,c$, sowie $a\,d$ und $b\,c$ sind unter sich gleich lang und durch Gelenke miteinander verbunden. Zwei weitere Stäbe $f\,g$ und $h\,i$ sind mit ersteren so verbunden, dass $\overline{af} = \overline{dg}$ und $\overline{ah} = \overline{bi}$, ferner $\frac{\overline{af}}{\overline{ab}} = \frac{\overline{ah}}{\overline{ad}}$ ist.

Es verhält sich sonach $\overline{ae} : \overline{ac} = \frac{\overline{af}}{\overline{ab}} = \frac{\overline{ah}}{\overline{ad}}$.

Wird der Drehpunkt a des Gerätes auf der Zeichnenfläche festgehalten, aber der Punkt c z. B. nach c_1 verschoben, so bewegt sich e nach e_1 und das Verhältnis $\overline{ae_1} : \overline{ac_1}$ bleibt gleich $\frac{\overline{af}}{\overline{ab}}$ u. s. w., d. h. auch gleich $\overline{ae} : \overline{ac}$. Da nun die Linien $a\,e\,c$ und $a\,e_1\,c_1$ Gerade sind, so verhält sich auch der von e bis e_1 beschriebene Bogen zu dem von c bis c_1 zurückgelegten wie $\overline{ae} : \overline{ac}$ bezw. $\overline{ae_1} : \overline{ac_1}$, d. h. die Verschiebungen der Punkte e und c stehen in jeder Richtung in demselben Verhältnis zu einander wie $\overline{af}$ und $\overline{ab}$ bezw. $\overline{ah}$ und $\overline{ad}$.

Man kann nun, wie in Fig. 712 vorgesehen, den Drehpunkt a festhalten und entweder c längs den Linien einer Figur bewegen, welche e verkleinert wiedergiebt, oder e über eine solche führen, welche c vergrössert aufzeichnet. Durch Änderung der Verhältnisse $\overline{af} : \overline{ab}$ bezw. $\overline{ah} : \overline{ad}$ ist dabei jede beliebige Verkleinerung oder Vergrösserung zu erzielen.

Es ist aber ebenso wohl zulässig, e festzuhalten und c bezw. a als führende oder zeichnende Punkte zu benutzen. Das ist bei den Stickmaschinen gebräuchlich. Die Vorzeichnung ist in grösserem Massstabe gegeben. Über sie führt man den Punkt a, Fig. 713. e stützt sich auf einen am Maschinengestell festen

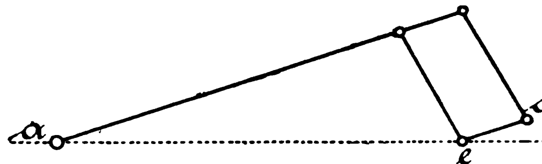


Fig. 713.

Bolzen und an c hängt der Rahmen, auf welchem das zu bestickende Gewebe ausgespannt ist. Nach jedem Stich (S. 479) bringt der Arbeiter den Punkt a auf einen folgenden Punkt der Vorzeichnung und damit den zutreffenden Punkt des Gewebes der Nadel gegenüber.[1])

h. Vorzeichnen der Flächen.

α. Mit Hilfe der bisher erörterten Vorzeichnungsverfahren vermag man nur die Durchdringungen der Flächen mit anderen Flächen aufzutragen; soll irgend eine Fläche erzeugt werden, so ist, von der auf der Oberfläche des Werkstückes gezeichneten Durchdringungslinie derselben ausgehend, das Festlegen der innerhalb liegenden Flächenpunkte durch andere Mittel zu bewirken, z. B. durch aufzulegende Lehren oder, wenn insbesondere eine ebene Fläche erzeugt werden soll, durch ein aufzulegendes Lineal.

---

[1]) D. p. J. 1836, **59**, 5 m. Abb.; 1887, **265**, 160 m. Abb.
Civilingenieur 1877, S. 417 m. Abb.; 1878, S. 431 m. Abb.; **1880, S. 41**
Z. d. V. d. I. 1887, S. 347 m. Abb.
Storchschnabel z. Vorzeichnen d. Druckwalzen: D. p. J. 1883, **248**, 356.

Der Steinmetz verfährt z. B. behufs Erzeugung der ersten ebenen Fläche ines Steines wie folgt. Er erzeugt mittels des Schlageisens (S. 334) an zwei inander gegenüberliegenden Kanten des Steines je eine schmale, gerade Fläche, gt auf diese zwei Richtscheite *a* und *b*, Fig. 714, welche, jedes für sich, in

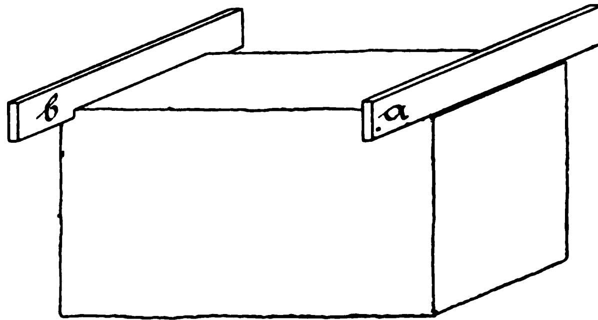


Fig. 714.

ırer ganzen Länge gleiche Breite haben, und beobachtet durch Absehen, ob ie oberen Kanten in einer Ebene liegen. Ist das nicht der Fall, so ist eine der es sind beide vorgenannte schmale Flächen so lange nachzuarbeiten, bis ie oberen Richtscheitkanten beim Absehen sich genau decken. Dann liegen uch die beiden schmalen Flächen in einer Ebene. Benutzt man sie als Leitnien und bearbeitet die zwischen ihnen liegende Steinfläche so lange, bis ein ber sie beide gelegtes Richtscheit überall zum Anliegen kommt, so hat man ffenbar die verlangte Ebene erzeugt.

Eine zweite Ebene, welche winkelrecht zu ersterer liegen soll, ist einfacher u gewinnen. Man zeichnet mit Hilfe eines Lineals die Durchdringung derselben ıit der ersteren auf diese, d. h. eine gerade Linie, und bearbeitet nun die weite Fläche so lange, bis ein entsprechend genauer Winkelhaken, dessen einer chenkel auf der ersten Ebene anliegt und dessen Ecke die vorgezeichnete Linie erührt, mit dem zweiten Schenkel die neue Fläche überall berührt.

Behufs Erzeugung einer anderen als ebenen, aber prismatischen Fläche rird deren Querschnitt auf den Endflächen verzeichnet, kurze Stücke hiernach earbeitet (Schläge angebracht) und nach Angabe eines über diese Schläge elegten Richtscheites weiter gearbeitet.

Der leitende Gedanke ist auch für die Erzeugung der Lehmgussformen S. 263), wie bei der Gestaltung der Flächen auf Hobelmaschinen, Drehänken u. s. w. massgebend.

β. Die Genauigkeit solcher gewissermassen gleichzeitig mit der Bilung vorgezeichneter Flächen hängt nicht allein von der Sorgfalt des rbeiters, sondern auch von der Genauigkeit der Richtscheite, Lehren, Verkzeugmaschinen u. s. w. ab.

Es liegen hierbei so viele Fehlerquellen vor, dass auf diesem Wege nmöglich ist, mit Sicherheit einen höheren Genauigkeitsgrad zu erzielen.

Wie gewinnt man überhaupt das genaue gerade Richtscheit? wie ie Richtplatte, auf deren Genauigkeit diejenige so vieler Vorzeichnungen eruht?

Whitworth hat diese Fragen beantwortet [1]; das betreffende Ver-

[1] Whitworth, die Messmaschine, deutsch von Schrötter, Jena 1879.

fahren ist aber in viel weiterem Umfange als zur Erzeugung ebener Flächen seit vielen Jahren in allgemeinem Gebrauch.

Es beruht auf dem Vorzeichnen der Flächen mittels anderer Flächen.

Die eine der Flächen wird mit einer sehr dünnen abfärbenden Schicht überzogen und dann, unter einigem Druck, auf der anderen verschoben, so dass die Punkte erkennkar werden, in welchen die Flächen sich berührten. Man nimmt an diesen Stellen — unter Umständen äusserst zarte — Späne ab und wiederholt das Zusammenlegen beider Flächen u. s. w., bis schliesslich dieselben in ihrer ganzen Ausdehnung sich berühren, und zwar bei gegensätzlicher Verschiebung.

Damit ist zunächst erreicht, dass die eine Fläche ein genaues Gegenstück der anderen bildet; welcher Art die gewonnene Flächengestalt ist, bedarf noch der Untersuchung.

Findet die innige Berührung bei jeder gegensätzlichen Verschiebung statt, auch wenn man die Flächen aufeinander dreht, so müssen sie Kugelflächen, bezw. Ebenen (d. h. Kugelflächen mit unendlich grossem Halbmesser) sein: nur bei diesen liegen sämtliche Punkte gleich weit von einem Pol entfernt, um welchen nun willkürliche Bewegungen ausgeführt werden können, ohne einen der Flächenpunkte aus der gemeinsamen Kugelfläche zu entfernen.

Kann man die Flächen nur in zu einander winkelrechten Richtungen frei verschieben, ohne ihre innige Berührung zu stören, so sind sie walzenförmig oder cylindrisch.

Darf die Verschiebung nur in einer Richtung stattfinden, so hat man mit Flächen zu thun, welche weder eben, noch kugel-, noch walzenförmig sind, sondern einem anderen Drehkörper (in allgemeiner Auffassung des Wortes) angehören. Es können z. B. kegelförmige sein, oder Erzeugnisse irgend einer Linie, die um eine feste Achse gedreht wird; ein unendlich grosser Abstand der erzeugenden Linie von der Drehachse bringt eine prismatische Fläche hervor.

Endlich ist noch des Falles zu gedenken, in welchem die Flächen in zwei Richtungen gleichzeitig, und zwar im festen Verhältnis verschoben werden müssen, um sich dauernd innig zu berühren. Es handelt sich dann um Schraubenflächen.

In erster Linie dürfte sich unsere Aufmerksamkeit der Frage zuwenden, wie festzustellen ist, ob zwei Flächen, die, ohne Beeinträchtigung der innigen Berührung nach allen Richtungen aufeinander verschoben, auch gegeneinander verdreht werden dürfen, Ebenen oder Kugelflächen mit endlichem Halbmesser sind. Sie ist nur zu beantworten durch Zuhilfenahme einer dritten Fläche. Wird diese so bearbeitet, dass sie schliesslich mit der einen vorher erzeugten Fläche engste Fühlung findet und nun der zweiten gegenüber gelegt, so liegen die Pole beider entgegengesetzt. Es kann also eine innige Berührung der zweiten mit der dritten Fläche nur eintreten, wenn die betreffenden Halbmesser unendlich gross, d. h. die Flächen Ebenen sind.

Hierdurch ist der Weg zur Herstellung einer genauen Richtplatte gegeben. Man giesst drei derselben, versieht sie mit hohen Rippen, um jede zufällige Biegung zu verhüten, ja, versieht sie mit drei Füssen, so dass die Stützung jeder Richtplatte bei der Bearbeitung genau dieselbe ist, wie bei der späteren Benutzung.

Die zu erzeugenden Flächen werden zunächst möglichst genau abgehobelt und hierauf die weitere Bearbeitung mittels Schabers (S. 384) vorgenommen. Man vergleicht, wie oben vorgesehen, zunächst die Fläche der einen Platte mit derjenigen der zweiten, dann die erstere mit derjenigen der dritten (wobei nur die letztere eine Bearbeitung erfährt) und legt dann die zweite mit der dritten Fläche zusammen. Erweisen sie sich hierbei nicht als eben, so erzielt man durch das gegensätzliche Verschieben sicheren Anhalt, wo eine weitere Bearbeitung notwendig ist, bringt durch letztere allmählich die innige Berührung der Flächen hervor und vergleicht dieselben dann mit der ersteren u. s. w. Das Verfahren ist umständlich, führt aber zu dem Grade der Genauigkeit, in welchem Fehler nicht mehr zu erkennen sind. So erzeugte Richtplatten sind kostbare Werkzeuge; sie werden zu dem Einschleifen und auch zu dem w. o. behandelten Vorzeichnen auf der Richtplatte benutzt.

γ. Unter Einschleifen versteht man im allgemeinen lediglich das Bezeichnen der nachzuarbeitenden Stellen einer Fläche, indem man eine andere, leicht mit Farbe bestrichene Fläche über sie hinwegführt. Es gehört deshalb, genau genommen, auch das Vorzeichnen der Richtplatte behufs deren Herstellung unter die gegenwärtige Gruppe von Arbeiten. Ich habe dasselbe vorweg genommen, teils seiner allgemeinen Bedeutung halber, teils weil es den Namen Einschleifen nicht führt.

Unter Benutzung einer guten Richtplatte ist das Einschleifen ebener Flächen verhältnismässig einfach durchzuführen, insbesondere wenn das Werkstück, bezw. die betr. Fläche desselben kleiner ist, als die verfügbare Richtplatte.

Das Werkstück (Kolbenringe, Schieber und dergl.) wird über die festliegende eingefärbte Richtplatte leicht hinweg geschoben und an den vorgezeichneten Stellen mittels des Schabers bearbeitet, abermals mit der Richtplatte verglichen u. s. f. Bei grösseren Werkstücken verschiebt man umgekehrt die Richtplatte gegenüber ersterem. Neues ist nur für den Fall zu erwähnen, dass die zu berichtigende Fläche nennenswert grösser ist als die Richtplatte. Alsdann behandelt man zunächst einen Teil der Fläche, soweit etwa die Richtplatte reicht, mit Rücksicht darauf, dass die Fortsetzung der gewonnenen ebenen Fläche weder über den noch zu bearbeitenden Teil hervorragt, noch nennenswert unter sie fällt. Hierauf rückt man die Richtplatte weiter, so dass sie mit etwa einer Hälfte auf der berichtigten Fläche sichere Führung findet, während der andere Teil der Richtplatte ein neues Stück der zu berichtigenden Fläche vorzeichnet. Das Verfahren wird auch wohl das Schaben genannt; es sollte bei Herrichtung der führenden Teile der Werkzeugmaschinen stets sorgfältig durchgeführt werden.

Die Kugelfläche, welche man durch Vergleichen zweier Flächen und folgendes Bearbeiten gewinnt, hat keinen Wert, da ihr Halbmesser ein zufälliger ist. Gleiches gilt von der Walzenfläche und den meisten sonstigen Drehkörpern. Eine Ausnahme unter letzteren bilden die ringsum geschlossenen kegelförmigen Flächen, z. B. Ventilsitze und kegelförmige Zapfenlager. Die rohe Gestalt ist durch Abdrehen gewonnen, der genaue Einklang wird erzielt durch Ausbreiten einer sehr dünnen, abfärbenden Schicht auf einer der Flächen, Drehen des Vollkegels im Hohlkegel und Bearbeiten derjenigen Flächenteile mittels Schaber

welche durch das Vorzeichnen als die übrigen überragend erkannt werden. Nach jeder Bearbeitung dringt der Vollkegel tiefer in den Hohlkegel; ihre Eigenart gestattet sonach die häufige Wiederholung des Verfahrens.

Man nennt dieses genaue Ausbilden der Kegelflächen auf Grund gegenseitigen Anzeichnens ihrer Fehler **Einschleifen**, obgleich von einem eigentlichen Schleifen keine Rede sein kann.

Mitunter findet man, dass bei dem vorliegenden Anlass statt der abfärbenden Schicht Schleifmittel zwischen die Flächen gebracht werden, um das manchem unbequeme **Schaben** zu sparen. Ich nenne diese Verirrung eine technische Sünde.

Wenn man behufs **Berichtigung der Schraubengewinde** Schleifmittel zwischen die Mutter- und Bolzenflächen einschaltet, so ist das entschuldbar, weil die betreffenden Flächen regelmässig zu klein sind, als dass man sie mit dem Schaber bearbeiten könnte. Übrigens bedingt dieses Verfahren für den vorliegenden Zweck nicht allein vorsichtige Ausführung im allgemeinen, sondern auch gute Einrichtungen. Meistens kommt nur die Berichtigung der längeren Schraubenspindel in Frage. Man giesst um sie eine Mutter aus Blei (oder zwei Hälften derselben), fasst dieselbe in einer Führung, die genau geradlinig (am besten senkrecht) verläuft, trägt auf die zwischen den Führungsflächen drehbar angebrachte Schraubenspindel Öl und feines Schmirgelpulver und lässt nun die Mutter wiederholt von einem Ende der Spindel und zurück sich bewegen. Es ist hierbei darauf zu achten, dass die Belastung der Mutter ringsum möglichst genau gleich ist und die Achse der Mutter mit derjenigen der Spindel genau zusammenfällt. Hat eine solche Abnutzung stattgefunden, dass die Mutter schlottert, so giesst man eine neue und verwendet sie wie vorhin. Wie auf diesem Wege eine Berichtigung des Gewindes zustandekommen kann, begreift man leicht, wenn man an das Herrichten der Richtplatte denkt: zwischen einem Teil des Spindel- und einem Teil des Muttergewindes findet durch gegenseitiges Abschleifen ein Ausgleich statt. Die betreffenden Stellen der einen Fläche kommen aber anderen Stellen der zweiten Fläche gegenüber, wobei ein anderer Ausgleich eintritt, später liegen die Flächen, welche zuerst miteinander zu thun hatten, wieder einander gegenüber und mildern die einseitige, inzwischen stattgefundene Einwirkung. Durch genügend häufige Wiederholung dieses Vorganges verschwinden schliesslich die Verschiedenheiten so weit, dass sie als solche nicht mehr erkannt werden können.

Man gewinnt hierdurch nur die Berichtigung der einen Seite der Gewindegänge; die andere Seite erfordert, wenn sie ebenso genau werden soll, die gleiche Behandlung nach Umkehrung der Spindel.

δ. Bisher wurde nur **eine** gegensätzliche Führung der in Frage kommenden Flächen angenommen. Dadurch, dass man die gegenseitigen Verschiebungen bis zu einem gewissen Grade zwangsläufig macht, ändert sich das Ergebnis ganz erheblich.

Es sei in eine um die senkrechte Achse kreisende Schale das Werkstück c, Fig. 715, in eine andere, um die Achse de kreisende Schale das Werkstück f gekittet. ab sei fest gelagert, de auch insoweit, als der Winkel η, welchen diese Achse mit der Achse ab einschliesst, sich nicht ändert, und die Kreuzung beider Achsen im Punkte i bleibt. Im übrigen sei de in ihrer Richtung frei verschiebbar. Bringt man nun ein geeignetes Schleifmittel zwischen die beiden Werkstücke c und f, so schleifen die miteinander in Berührung tretenden Punkte sich gegenseitig ab, so dass allmählich mehr und mehr Punkte der beiden betreffenden Flächen sich berühren.

Man kann zu der Annahme gelangen, dass nach einer gewissen

beide Flächen, soweit sie einander gegenüber liegen, sich vollständig berühren, d. h. beide Kugelflächen mit dem Krümmungshalbmesser h geworden sind. Möglich ist dieser Fall, ob er notwendigerweise eintritt, muss noch untersucht werden.

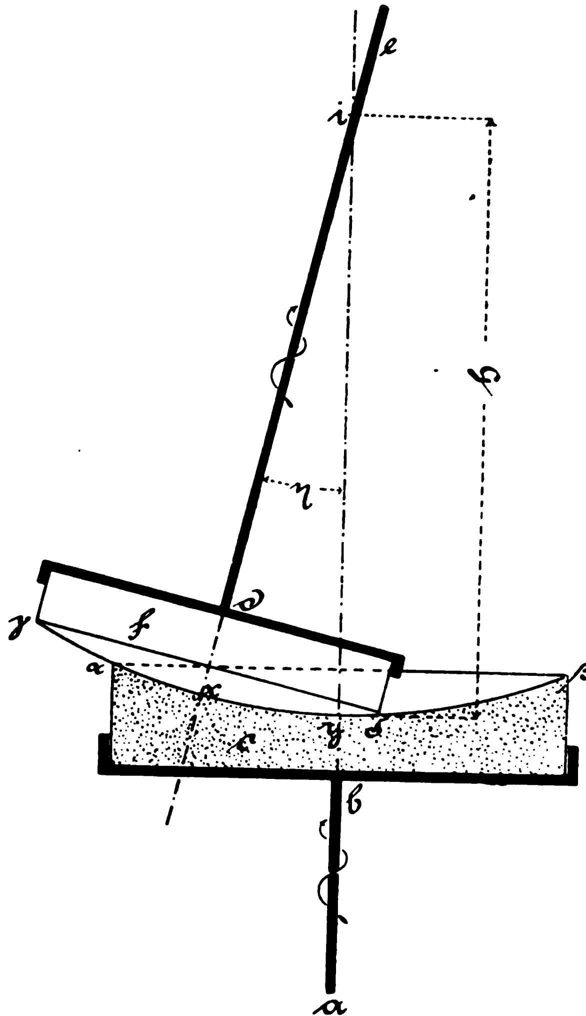


Fig. 715.

Zweifellos wird jede der Flächen eine Umdrehungsfläche mit der betreffenden Achse ($a\,b$, bezw. $d\,e$) sein. Es liegt sonach der Rand $\alpha\,\beta$ winkelrecht zu Achse $a\,b$ und der Rand $\gamma\,\delta$ winkelrecht zu Achse $d\,e$. Aus ersterem folgt, dass die ringförmige, durch den Abstand $\gamma\,\alpha$ in der

Breite begrenzte Fläche des Werkstückes *f*, welche über den Rand des Werkstückes *c* hinausragt, keinen Punkt besitzen kann, der weiter als die Kugelfläche von dem Punkte *i* entfernt liegt, weil dieser Punkt andernfalls auf den Rand $\alpha\,\beta$ treffen und von ihm abgeschliffen werden würde. Es scheint nun, dass eine ringförmige Rille zwischen $\gamma\,\alpha$ entstehen könnte, indem der Punkt *y* des Werkstückes *c* aus irgend einem Grunde weniger stark abgeschliffen würde, als die ihm gegenüber liegenden Flächenteile des Werkstückes *f*. Eine solche, in *f* ausgebildete Rille würde nirgends Anstoss erregen; ihre Sohle hätte, da sie gegen die Kugelfläche zurück liegen würde, nur mit dem Punkte *y* und dessen Umgebung zu thun.

Ebenso verhält es sich mit dem Punkte *x* des Werkstückes *f* gegenüber einer ringförmigen Fläche des Werkstückes *c*: auch hier scheint die Möglichkeit vorzuliegen, dass *x* und seine Umgebung über die Kugelfläche hervorragt und in *c* eine Rille ausbildet.

Vor dem Eingehen auf die Frage, ob nicht Umstände vorhanden sind, welche die Rillenbildung verhindern, ist noch zu betonen, dass die gesamte schalenförmige Fläche $\alpha\,y\,\beta$ des Werkstückes *c* nur bis an die Kugelfläche herantreten kann. Würde irgend einer seiner Punkte nach innen hervorragen, einen kleineren Abstand von dem Mittelpunkt *i* haben, als der Halbmesser der gedachten Kugelfläche beträgt, so würde er von dem Rande $\gamma\,\delta$, bezw. der diesem benachbarten Flächenteilen des Werkstückes *f* berichtigt werden.

Es handelt sich also nur noch um die Frage, ob die weiter oben angezogene Rillenbildung eintreten kann oder nicht.

In bezug hierauf darf nicht übersehen werden, dass, sobald *y* nach innen, *x* nach aussen über die Kugelfläche hervorragen würden, sie den gegenüber liegenden betreffenden Rillensohlen nur den Scheitel ihrer mehr oder weniger kuppenförmigen Hervorragung darbieten könnten, während die betreffende Rillensohle gleiche Breite, wie dieser Scheitel, aber eine vielmal — *n* mal — grössere Länge hätte. Gleiche Schleiffähigkeit vorausgesetzt, würde somit die Abnutzung, welche die Kuppe erfährt, sich auf die ganze Ringfläche der Rillensohle verteilen, d. h. die Dicke des von dieser abgehobenen Schicht nur $\frac{1}{n}$ derjenigen betragen, welche die Kuppe in derselben Zeit verlieren würde. Es kann daher die Mitte *x*, bezw. *y* nicht weniger abgeschliffen werden als die ihnen gegenüber liegenden Flächen — ganz absonderliche Verhältnisse ausgenommen — beide Flächen müssen sonach kugelförmig mit dem Halbmesser *h* werden.

Legt man den Kreuzungspunkt *i* der Achsen verschieden hoch, so erzielt man ohne weiteres dementsprechend verschiedene Krümmungshalbmesser der Kugelflächen. Die Verschiebbarkeit der Achse *d e* (oder der anderen *a b*) in ihrer Längenrichtung ist erforderlich, damit die aneinander schleifenden Flächen sich in dem Grade nähern, in welchem das Abschleifen stattfindet. Behufs Regelung des Druckes wird man die Achse *d e* nach Bedarf ent- oder belasten.

Wenn auf dem angegebenen Wege genaue Kugelflächen bestimmter Krümmungshalbmesser gewonnen werden, so erzeugt man offenbar Ebenen sobald der Punkt *i* unendlich weit hinausgeschoben, d. h. *d e* gleichlaufend mit *a b* gelegt wird.

Hiervon wird in ausgedehntem Masse Gebrauch gemacht bei dem Schleifen der Glasscheiben bei gewissen Mühlen (S. 358) u. s. w.

Die Glasscheiben kittet man auf eine um senkrechte Achse drehbare, angetriebene Scheibe *a*, Fig. 716; gegen sie wirkt die Schleifscheibe *b*. Letztere wird nicht angetrieben, vielmehr von *a* bezw. der Mittelkraft des Schleifwiderstandes mitgenommen. Die Schleifscheibe ist in ihrer unteren Fläche gewöhnlich aus Brettern gefertigt, unter welcher gusseiserne Schienen befestigt sind, welche die Schleifmittel (anfangs scharfkantiger Quarzsand in verschiedenen Korngrössen, dann Schmirgel in zunehmender Feinheit) gegen das zu schleifende Glas führen, dabei natürlich selbst auch geschliffen werden.

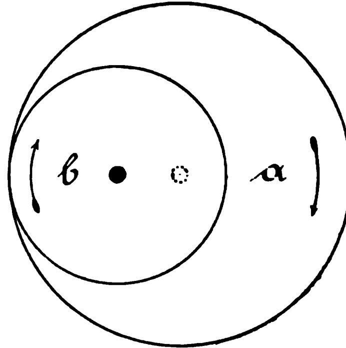


Fig. 716.

Wegen der Schwierigkeiten, beide Achsen genau gleichlaufend zu führen (grosse Schleifmaschinen dieser Art beanspruchen zuweilen mehr als 80 Pferdekr. zu ihrem Betriebe!) kommen zuweilen Ungenauigkeiten vor; das mag der Grund sein, weshalb derartige Maschinen nicht zur Herstellung der Richtplatten und ähnlichem benutzt werden.

ε. Weiche Flächen werden durch das Schleifen mit Schleifpulver im allgemeinen weniger angegriffen als spröde, indem die Körnchen des Schleifpulvers in sie eindringen und dort festgehalten werden. Das benutzt man z. B., um Brillengläser ohne umständliche Hilfsmittel durch hohle, bezw. gewölbte Flächen aus weichem Messing oder dergl. zu schleifen.

B. Einteilen.

Ur- oder Mutterteilungen lassen sich nur durch Versuche ausführen; alle übrigen Teilverfahren beruhen auf mehr oder weniger durchgebildetem Übertragen vorhandener Teilungen. Für die vorliegende Erörterung möge daher der Stoff in die beiden Gruppen: Teilen durch Versuche und Teilen durch Übertragen zerlegt werden.

a. Teilen durch Versuche.

Am wenigsten Mittel erfordert das Einteilen mittels des Zirkels. Man greift in den Zirkel eine Entfernung, welche voraussichtlich dem gesuchten Teil der geraden Linie oder der Sehnenlänge des betreffenden Bogenteils entspricht und trägt diese Länge von dem Anfangspunkte des Bogens bezw. der geraden Linie so vielmal ab, als die Teilungszahl beträgt. Trifft man dann mit der Zirkelspitze nicht den Endpunkt der zu teilenden Strecke, so muss je nach Umständen die Zirkelweite vergrössert oder verkleinert werden.

Das macht nicht selten vielfaches Versuchen und Berichtigen der Zirkelweite erforderlich. Insbesondere wird das Gelingen durch folgende Umstände erschwert: Bei dem Gelenkzirkel dringen die Spitzen schräg ein (S. 13) und zwar in verschiedenem Grade; bei dem Federzirkel ändert sich die Federspannung (S. 15) durch Temperaturwechsel; die einzuteilende Linie hat eine gewisse Breite und es ist schwer, mit der Zirkelspitze genau die Mitte derselben zu treffen.

Die beiden ersten Umstände werden durch Verwendung des Stangenzirkels gehoben, aber selbst mittels dessen soll, trotz grösster Sorgfalt des Arbeiters, nur bis auf 0,01 *mm* genau zu arbeiten sein.

Reichenbach hat dieses Einteilungsverfahren für Kreise von den Fehlerquellen, welche der Gebrauch des Zirkels herbeiführt, frei gemacht.[1])

Es soll der Kreis *a*, Fig. 717, welcher auf eine metallne Platte gezogen worden ist, in irgend eine Zahl genau gleicher Teile zerlegt werden. Man hat in der Mitte des Kreises einen Zapfen *m* befestigt, um welchen sowohl der Rahmen *b* als auch der Arm *c* drehbar ist und an welchem beide festklemmbar sind. Der Arm *c* ist mit einem Reisserwerk *d* versehen und auf dem Bogen des Rahmens *b* sind zwei Anschlagstücke *e* und *f* zu befestigen, so dass der Arm nur zwischen ihnen sich zu bewegen vermag. Man hat *e* und *f* schätzungsweise eingestellt und *c* mit *e* in Berührung gebracht, auch mit dem Reisserwerk einen Strich als Marke für die Anfangslage gezogen. Man befestigt sodann *c* auf *m* und dreht *b*, bis *f* mit *c* in Berührung kommt. Hierauf wird *b* festgehalten, *c* gelöst und so lange gedreht, bis der Arm an *e* stösst u. s. w., bis die Zahl der Schritte der gegebenen Teilzahl gleicht. Trifft dann der Zahn des Reisserwerks genau auf die Anfangslinie, so ist die Teilung vollzogen; andernfalls ist der Versuch zu wiederholen. Behufs Auftragens der Teillinien rückt man Rahmen *b* und Arm *c*, wie beschrieben, schrittweise weiter und verschiebt jedesmal das Reisserwerk *d* entsprechend.

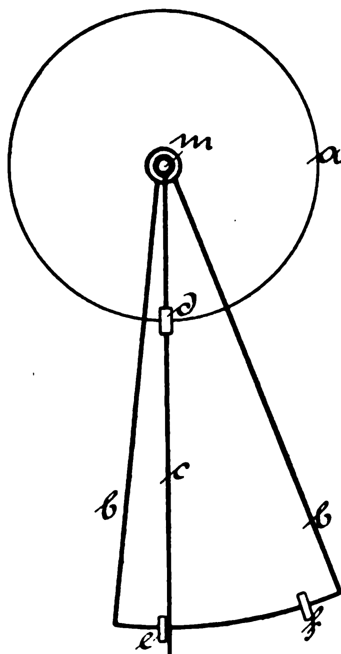


Fig. 717.

Um von der Verschiedenheit des Druckes, unter welchem der Arm gegen die Anschlagstücke gelegt wird, unabhängig zu sein, kann man in letztere Fühlhebel (S. 21) legen, welche jede Über- oder Unterschreitung des Druckes sofort erkennen lassen.

Dasselbe Verfahren ist auch zum Einteilen gerader Linien in Anwendung gebracht. Es ist ebenso zeitraubend, wie das Einteilen mittels Zirkels, liefert aber die genauesten Ergebnisse.

Man gewinnt durch dasselbe Teillinien, welche auf irgend einem Wege zu benutzen sind, um die Grenzen, bis zu welchen die Spanabnahme stattfinden soll, festzustellen.

Whitworth's Teilverfahren (S. 27) liefert für die Teile gerader Längen feste Stücke und Hoe[2]) schlägt vor, solche genau gleich gearbeitete Stücke um eine Scheibe zu legen, die allmählich so klein gedreht worden ist, um für das Anbringen der bestimmten Stückzahl gerade genug Raum zu bieten.

---

[1]) Gilbert, Annalen 1821, Bd. 68, S. 54 m. Abb., Bd. 69, S. 307. D. p. J. 1821, 6, 129 m. Abb. Z. d. Gewerbfleissver. 1845, S. 202 m. Abb.

[2]) Z. d. V. d. I. 1881, S. 677 m. Abb.

Die Stücke werden bis auf eins derselben befestigt, letzteres abgenommen und die Begrenzungen der Lücke zum Einstellen des mit der Scheibe verbundenen Rades gegenüber dem Fräser benutzt. Nach Fertigstellung einer Zahnlücke befestigt man das Teilungsstück an seinem Platze und hebt das folgende heraus, um die nun entstehende Lücke wie früher zu verwenden u. s. f.[1])

Es gehört hierher auch das von Scott angegebene Verfahren.[2])

b. Teilen durch Übertragen einer vorhandenen Teilung.

Es führt rascher zum Ziele, als die soeben erörterten Verfahren, leidet dagegen an zahlreicheren Fehlerquellen.

α. Einteilen der Kreise.

Indem man den einzuteilenden mit dem die Mutterteilung enthaltenden Kreis gleichachsig und in einer Ebene befestigt, können die Teillinien mit Hilfe eines über die Mitte gelegten Lineals ohne weiteres übertragen werden.

Genauer arbeitet, aus w. o. angegebenen Gründen, das Reisserwerk. Hat man beide Kreise festgelegt, so wird der Arm, an welchem das Reisserwerk angebracht ist, mit einer Marke versehen, welche man gegenüber der Mutterteilung einstellt. Ebenso wohl kann aber der das Reisserwerk tragende Arm und die Marke fest sein, während die beiden Kreise sich drehen. Behufs genauen Einstellens ist über der Marke eine Linse angebracht und, will man eine andere als die Mutterteilung übertragen, die Marke als Nonius (S. 22) ausgebildet.[3])

Die Einstellung gelingt rascher, wenn statt der Teilstriche kegelförmige Vertiefungen angebracht sind, in welche eine kegelförmige Spitze greift. Da die in Rede stehenden Vertiefungen viel mehr Raum einnehmen als die Teillinien, so kann ein Kreis nur eine geringe Zahl derselben aufnehmen. Man hat daher mehrere solcher verschieden geteilter Kreise gleichachsig auf einer ebenen Scheibe (Teilscheibe) oder nebeneinander auf einer trommelförmigen Fläche angebracht.[4])

Wolff zeigte[5]), dass man im stande sei, zwei oder mehrere solcher Teilkreise miteinander zu vereinigen. Wenn man z. B. zunächst die Einteilung unter Benutzung eines 5 Teilungen enthaltenden Kreises vornimmt und sodann jeden dieser Teilpunkte als Ausgangspunkt für eine fernere Teilung in 3 Teile benutzt, so erzielt man die Teilung in $5 . 3 = 15$ Teile. Zu dem Ende verwendet man zwei von einander unabhängige kegelförmige Spitzen, senkt die eine Spitze in ein Loch des ersten Kreises und die zweite in ein Loch des zweiten Kreises, vermerkt die Lage (bohrt z. B. das Loch eines Triebstockes in das Werkstück) und teilt mit dem zweiten Teilkreise herum. Hierauf senkt man die erste Spitze in das zweite Loch des ersten Kreises, die zweite Spitze in das erste Loch des zweiten Kreises und teilt mittels des letzteren wieder herum u. s. w. Wolff weist nach, dass, wenn die beiden Kreise nach relativen Primzahlen geteilt sind, die erzielte Teilzahl dem Produkt beider entspricht.

Die Grundlage des Wolff'schen Verfahrens deckt sich offenbar mit der-

---

1) Vergl. Decoster, D. p. J. 1845, **96**, 93 m. Abb.
2) D. p. J. 1877, **225**, 330 m. Schaub.
Prakt. Masch.-Constr. 1880, S. 191 m. Abb.
3) Oertling, Z. d. Gewerbfleissver. 1850, S. 183 m. s. g. Abb.
4) Prechtl, Technolog. Encykl. 1841, Bd. 11, S. 427 m. Abb.
5) Z. d. Gewerbfleissver. 1839, S. 171 m. Abb.

jenigen des Nonius (S. 22) und kann auch anders, als von Wolff vorgeschlagen ist, verwertet werden.[1])

Die wesentlichsten Mängel der Teilscheiben bestehen darin, dass die kegelförmigen Stifte nur unter einigem Druck voll in die Vertiefungen greifen, also bei unaufmerksamer Bedienung die gewünschte genaue Lage nicht gewonnen wird; ferner, dass unter der Einwirkung der Stifte die Löcher sich, und zwar ungleichmässig, ausnutzen.

Durchaus zuverlässig arbeiten dagegen die Teilvorrichtungen, welche mit einem geteilten Mutterrad versehen sind. Die Zahnlücken des letzteren sind als abgestumpfte Keile gestaltet; in sie greift ein abgestumpfter Vollkeil und bringt dadurch das Teilrad und mit ihm den einzuteilenden Gegenstand in die genau richtige Lage, wenn das Mutterrad genau ist. Diese Vorrichtung eignet sich zu selbstthätigem Einteilen[2]).

Die Anwendungsfähigkeit dieses Mutterrades ist jedoch eine beschränkte, da jede Teilungszahl eines besondern Mutterrades bedarf.

Die Einteilung mittels Wurmes und Wurmrades ist allgemeiner anwendbar.

Die erste Anwendung dieses Teilverfahrens wird Pierre Fardoil zugeschrieben[3]), welcher sie zum Schneiden der Uhrräder benutzte. Später ist dasselbe (1775) von Jesse Ramsden verwendet[4]), dieser auch gewissermassen als der Erfinder desselben bezeichnet. Heute ist es das gebräuchlichste.

Bei einer Drehung des Wurmes dreht sich das Wurmrad um eine Teilung. Hat nun z. B. das Wurmrad 500 Zähne und schliessen sich an die Wurmwelle zwei Vorgelege mit dem Übersetzungsverhältnis $\frac{1}{10}$, so dreht sich, sobald die angetriebene Welle 1 Umdrehung macht, das Wurmrad um $\frac{1}{10} \cdot \frac{1}{10} \cdot \frac{1}{500} = \frac{1}{50\,000}$ stel. Versieht man nun die angetriebene Welle mit einer Teilscheibe mit vielleicht 100 Teilungen, so kann man das Wurmrad um $\frac{1}{50\,000 . 100} = \frac{1}{5\,000\,000}$ des Umfanges genau drehen. Das Werkstück ist mit dem Wurmrad in geeigneter Weise verbunden, dreht sich sonach mit ihm. Sollen z. B. 97 Löcher in dasselbe so gebohrt werden, dass sie in demselben Kreise gleiche Entfernungen haben, so sind für jede Fortrückung $\frac{50\,000{,}00}{97} = 515$ ganze Drehungen und 46 ganze Teile der Scheibe erforderlich; der höchstens entstehende Fehler beträgt nur etwa $\frac{1}{15\,000\,000}$ des Kreisumfanges. Man sieht aus den Anführungen, dass die in Aussicht genommene Durchführung des Verfahrens zu Ergebnissen führt, welche allen Ansprüchen an Genauigkeit gerecht werden, sofern die Räder wie auch der Wurm entsprechend genau sind; dass es aber

---

[1]) Z. d. Gewerbfleissver. 1841, S. 264.
D. p. J. 1884, **252**, 56 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1878, **230**, 126 m. Abb.
Z. d. V. d. I. 1887, S. 1143 m. Abb.
[3]) Thiout, Traite d'horlogerie, Paris 1741, S. 55 und Blatt 23.
[4]) Nicholson, prakt. Mechaniker, aus dem Engl., Weimar 1826, S. 319 m. Abb.

ch mit der Steigerung des Genauigkeitsgrades umständlich in der Bedienung rd. Es gestattet aber, jede beliebige Teilungszahl anzuwenden.

Wenn man statt dessen die Wurmradwelle *a*, Fig. 718, durch auswechselre Räder *b* betreiben lässt und die Zähnezahlen dieser Wechselräder so wählt,

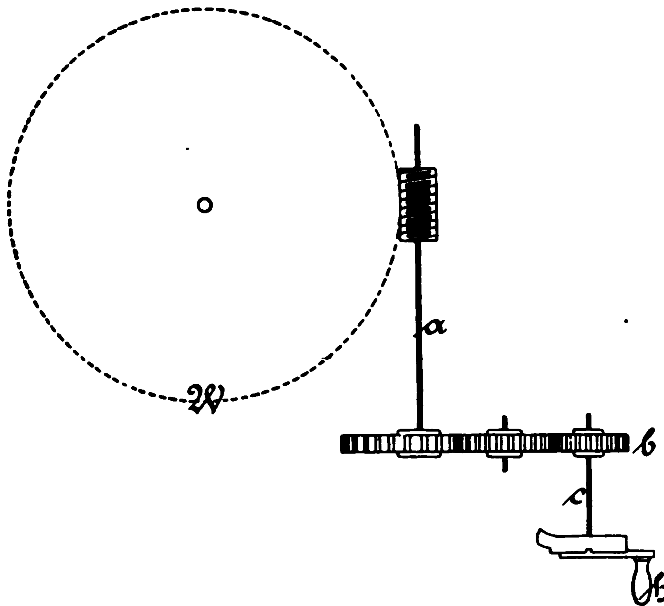


Fig. 718.

ss die Welle *c* eine volle, eine halbe oder eine viertel oder auch mehrere le Drehungen und die angeführten Bruchteile zurücklegen muss, um das mit n Wurmrad *W* verbundene Werkstück um eine seiner Teilungen zu drehen, ist die Handhabung eine einfache. Nur ist nötig, die vollen wie Teildrehgen der Welle *c* genau zu begrenzen.

Hierzu dient die durch Fig. 719 in Vorderansicht und Schnitt dargestellte rrichtung.

Mit der am Maschinengestell festen Lagerung *d* der Welle *c* ist ein Reifen *e* bunden; in ihn sind Kerben *x* geschnitten (hier 2), in welche der Hebel *g* ıau passt. *g* ist durch den Schuh *f* mit der Welle *c* so verbunden, dass er den Bolzen *i* ein wenig zu drehen ist, aber durch eine Feder stets gegen ı Rand des Ringes *e* gedrückt wird. Die Ruhelagen der Welle *c* werden n durch den in die Kerben *x* greifenden Hebel *g* in leicht ersichtlicher Weise timmt. Soll *c* eine halbe Drehung machen, so hebt man *g* mittels des Hans *h* aus der betreffenden Kerbe und lässt ihn in die nächste Kerbe wieder fallen. Um das Einlegen des Hebels *g* in die Kerben zu sichern, wird wohl in der Drehrichtung vor der Kerbe liegende Rand etwas niedriger, bezw. hinter derselben befindliche etwas höher gemacht.[1])

Das soeben erörterte Teilverfahren ist insofern weniger brauchbar, als das nittelbar vorher angeführte, als es nicht jede beliebige Teilungszahl hervor

[1]) D. p. J. 1869, 194, 292 m. Abb.; 1887, 268, 268 m. Schaub.; 1880, 238, 3 m. Abb.

zu bringen vermag, sondern nur diejenigen, welche durch Zusammensetzen der vorhandenen Wechselräder zu gewinnen sind. In besonderen Fällen hilft man sich dadurch, dass man mit der Welle *c* oder — wenn die verlangte Teilungs-

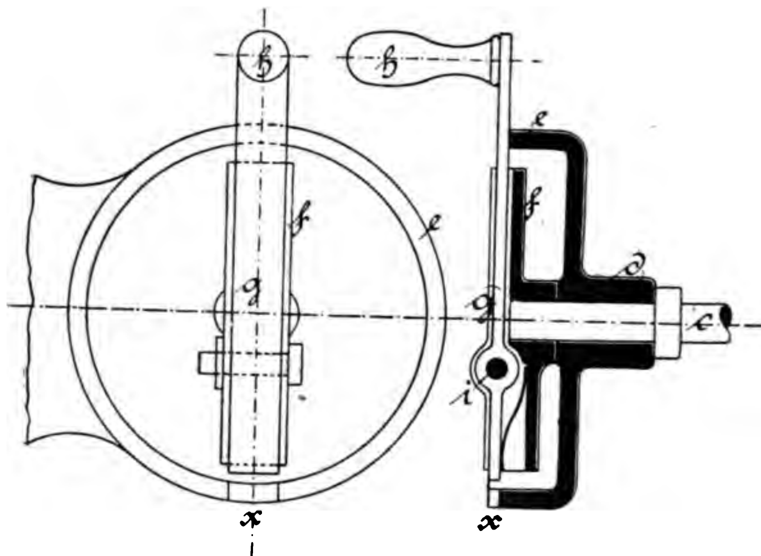


Fig. 719.

zahl eine Primzahl ist — mit dem Wurmrad eine mittels des Zirkels eingeteilte Scheibe verbindet und diese Scheibe unter Benutzung einer den Teilpunkten bezw. Linien gegenüber zu stellenden Marke einstellt.

Die Teilungsverfahren, welche Wurm- und Wurmrad, sowie andere Übersetzungsräder benutzen, leiden an dem Umstande, dass die Ungenauigkeiten der Räder auf den neu herzustellenden Gegenstand übertragen werden. Das ist um so bedeutsamer, als — mit seltenen Ausnahmen — die Räder mittels gleicher Teilvorrichtungen gewonnen wurden, so dass sie die Fehler von diesen erbten. Es kann deshalb nicht genug darauf hingewiesen werden, dass man für eine Teilvorrichtung niemals ein Rad verwenden sollte, bevor dasselbe auf seine Genauigkeit geprüft worden ist.[1])

Ein fernerer Mangel liegt in dem toten Gang der Räder, des Wurmes und Wurmrades und der Wellenlagerungen. Letztere können nachgestellt werden, erstere werden unwirksam, wenn man immer in derselben Richtung dreht und dafür sorgt, dass ein gewisser Widerstand jederzeit die betreffenden Flächen aneinander drückt. Man hat jedoch auch die Zahnräder nach einer winkelrecht zur Drehachse liegenden Ebene in zwei Teile zerlegt, die gegeneinander verdrehbar sind, so dass jederzeit ein enger Eingriff zu erzielen ist.[2])

---

[1]) Einrichtung zum Regeln der Genauigkeit: D. p. J. 1887, 264, 594 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1887, 264, 366 m. Schaubild.

Es sind auch Einteileinrichtungen im Gebrauch, welche ohne festes utterrad (s. w. o.) die Teilung selbstthätig bewirken.[1])

β. Einteilen gerader Linien.

Dasselbe ist für den Zweck vorliegenden Buches von geringerer Beıutung, als das Einteilen der Kreise, da es fast nur für die Verfertigung ır Massstäbe angewendet wird; es kann daher kürzer erledigt werden.

Das Übertragen einer vorhandenen Teilung auf einen Stab unter Benutzung ıes Winkelhakens und Schreibstiftes oder mittels eines Reisserwerkes bedarf ch dem Vorhergegangenen nur der Erwähnung.

Vielfach wird die Teilung durch — trockne oder mit Farbe versehene — ɜmpel aufgetragen.

Bei dem Einteilen gerader Linien lässt sich irgend eine Teilungsweite als ıtterteilung benutzen. Es sei AB, Fig. 720, die zu teilende Länge, AC ein

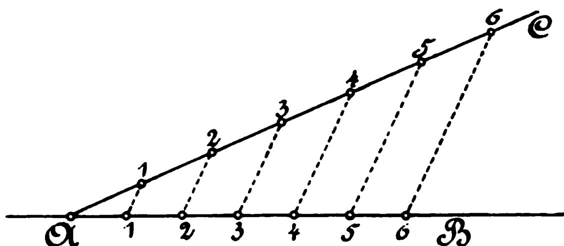


Fig. 720.

rades Gebilde, auf welchem eine entsprechende Zahl gleicher Längen abgeıgen ist, beispielsweise 6. Man legt dann AC in irgend eine Neigung zu AB, ɔht die Linie $\overline{6B}$ und gleichlaufend zu dieser durch die Teilpunkte der Linie AC rade Linien, welche AB in gewünschter Weise zerlegen. Der Beweis für die chtigkeit des Verfahrens liegt in dem Satze: in ähnlichen Dreiecken stehen e Seiten des einen in demselben Verhältnis zu den gleichliegenden Seiten des ıdern.

Dieses Einteilungsverfahren soll 1833 zuerst von Meyerstein angeregt ɔrden sein[2]), ist aber nach anderer Quelle[3]) bereits 1775 von Jesse Ramsden ıgewendet.

Sehr allgemein ist die Verwendung der von letzterem empfohlenen langen ɜhraube. Jede Drehung der Schraube verschiebt die Mutter um eine Gangıhe, jede Teildrehung derselben um einen entsprechenden Teil der Ganghöhe. ·ingt man daher mit der Schraube eine geteilte Scheibe in Verbindung, so ; man im stande, die Mutter um sehr kleine bestimmte Grössen zu verschieben, ɜlche durch Rechnung aus der Gesamtlänge der einzuteilenden Linie zu beımmen sind.[4]) Die Schräglegung der Schraube findet hierbei oft nützliche ɜrwendung.

---

[1]) D. p. J. 1878, 230, 126 m. Abb.

[2]) Gewerbebl. f. Hannov. 1844, S. 212 m. Abb.

[3]) Nicholson, prakt. Mechaniker, aus dem Englischen, Weimar 1826, 319 m. Abb.

[4]) Gewerbebl. f. Hannover 1844, S. 139 m. g. Abb.
Mitt. d. Gewerbver. f. Hannover 1854, S. 222 m. Abb.

Berichtigungen.

S. 115, Z. 12 v. o. Statt S. 00 ist zu setzen: S. 28.

S. 115, Z. 8 v. u.

Nach einem Brief des Professor Pfuhl in Riga diente Hartig alte Jute zu seinem Versuch. Pfuhl fand (Physikalische Eigenschaften der Jute, Berlin 1887) bei frischer, unverdorbener Jute: das Einheitsgewicht zu 1,436, die Reisslänge bei 10 *mm* Einspannlänge zu 20 *km*.

S. 115, Z. 5 v. u.

Das Einheitsgewicht der Kokosfaser ist — selbstverständlich — nicht 9,64, sondern 1,64.

S. 323. Die beiden letzten Quellenangaben unter [2]) gehören zu [1]), S. 321.

S. 373. Obgleich ohne Einfluss auf den Zweck der Darlegung, empfiehlt sich (Z. 9 v. u.) für den Reibungwiderstand statt $p \,.\, t \,.\, f$ zu setzen:

$$2 \cdot p \cdot \frac{t}{\cos \frac{\alpha}{2}} f.$$

ebenso (Z. 3 v. u.):

$$P_2 = 2 \cdot p \cdot \frac{t}{\cos \frac{\alpha}{2}} \cdot \sin \frac{\alpha}{2} = 2 \cdot p \cdot t \cdot tg \frac{\alpha}{2}, \text{ und}$$

$$P_3 = 2 \cdot f \cdot p \cdot \frac{t}{\cos \frac{\alpha}{2}} = 2 \cdot f \cdot p \cdot t.$$

Es wird sodann S. 374, Z. 3 v. o.):

$$W = P_1 + 2 \cdot p \cdot t \left(tg \frac{\alpha}{2} + f\right).$$

S. 377. Aus gleichen Gründen empfiehlt sich (Z. 16 v. o.) den Reibungswiderstand $= 2 \cdot p \cdot \frac{t}{\cos \frac{\alpha}{2}} \cdot f$, ferner

(Z. 21 v. o.): $P_2 = 2 \cdot p \cdot \frac{t}{\cos \frac{\alpha}{2}} \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$

(Z. 22 v. o.): $\pi_2 = 2 \cdot p \cdot \frac{t}{\cos \frac{\alpha}{2}} \cdot \sin \frac{\eta}{2}$

(Z. 8 v. u.): $P_3 = 2 \cdot f \cdot p \cdot \frac{t}{\cos \frac{\alpha}{2}} \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$

(Z. 7 v. u.): $\pi_3 = 2 \cdot f \cdot p \cdot \frac{t}{\cos \frac{\alpha}{2}} \cdot \cos \frac{\eta}{2}$

zu setzen.

S. 377, Z. 20 v. o.: Statt S. 000 ist zu setzen S. 373.

S. 473, Fig. 471 u. 472: Vergl. Fussvermerk auf S. 641.

Sachverzeichnis

zu Band I.

Leipzig. Druck von Grimme & Trömel.

